

Capítulo 9

9. PROYECTO DE SUMINISTRO DE AGUA EN LOS DIEZ MUNICIPIOS

9.1 Formulación del Proyecto en los 10 Municipios

9.1.1 Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas como Fuentes Complementarias

De acuerdo con los resultados del Estudio sobre el potencial de desarrollo de las aguas subterráneas en los 10 municipios y sus alrededores descritos en el Capítulo 7, y la proyección de la demanda de agua descrita en el Capítulo 4, se formuló un plan de desarrollo de las aguas subterráneas como fuentes complementarias para abastecimiento de agua.

El plan de desarrollo en los términos del volumen de producción fue elaborado con los siguientes criterios básicos.

- a. El año meta se estableció en 2010.
- b. El volumen a ser desarrollado en cada municipio es básicamente la diferencia entre la demanda en 2010 y el volumen suministrado en 1994, como se muestra en el Cuadro 9.1.1, salvo en los casos correspondientes a los siguientes ítems "c", "d" y "e".
- c. Se reemplazarán por las aguas subterráneas las fuentes existentes en los lugares donde la calidad de las aguas crudas suministradas se ve deteriorada por la contaminación acelerada de los últimos años. En este caso, el volumen de agua de las fuentes existentes no será incluido en el cálculo (San Martín Jilotepeque).
- d. Se construirán nuevos pozos para reemplazar los pozos de producción existentes que están deteriorados. En tal caso,

el volumen de agua de los pozos existentes no será incluido en el cálculo (San Francisco La Unión).

- e. En los lugares donde los manantiales existentes no habían sido completamente desarrollados por ahorrar la energía de bombeo, se considerará aumentar el volumen de toma de estas fuentes, además de desarrollar las aguas subterráneas (San Juan Comalapa). Esta consideración se basa también en el hecho de que el desarrollo de gran volumen de aguas subterráneas no resulta efectivo al considerar sus costos.

El desarrollo de las aguas subterráneas en los 10 municipios será ejecutado tomando las debidas consideraciones del potencial estimado para cada área, a modo de asegurar el bombeo a largo plazo.

9.1.2 Plan de Construcción de Sistemas de Suministro

El alcance de los trabajos de construcción de los sistemas de suministro de agua en los 10 municipios fue inicialmente limitado a los siguientes puntos.

- a. Perforación de pozos e instalación de bombas
- b. Construcción de un sistema de conducción que conecta los pozos perforados con los tanques de distribución existentes

El estudio detallado de las instalaciones existentes, sin embargo, puso de manifiesto que el alcance mencionado no resulta suficiente para mejorar el nivel del servicio actual en algunos municipios, aún cuando nuevas fuentes sean desarrolladas. Esto se debe, principalmente, a la capacidad limitada del tanque de distribución actual. Por lo tanto, se decidió incluir la construcción de los tanques de distribución de mejor capacidad,

a fin de aumentar efectivamente el volumen unitario de suministro.

Se construirán los reservorios además de los tanques existentes en 8 municipios, con capacidad suficiente para asegurar el suministro por 8 horas (los tanques existentes en 2 municipios ya están dotados de suficiente capacidad).

El número de pozos, inicialmente propuesto, fue reducido en vista de que los pozos de prueba resultaron ser más productivos de lo que se había esperado. El uso efectivo de estos pozos de prueba permitirá satisfacer la demanda de 7 municipios en 2010.

Se debe construir un pozo en los municipios de San Juan Comalapa, Sololá y Momostenango, además de utilizar los pozos de prueba. También sería necesario construir otro pozo en San Francisco la Unión, puesto que el pozo de prueba no resultó eficiente en términos de la producción.

En el Cuadro 9.1.2 se detallan las instalaciones propuestas en los 10 municipios, mientras que en las Figuras 9.1.1 a 9.1.10 se presentan los diagramas básicos.

9.1.3 Costo de Construcción de Sistemas

El costo total de construcción de las instalaciones propuestas en los 10 municipios se estima en unos US\$ 4.0 millones. Al incluir los gastos administrativos y de ingeniería, así como la contingencia de 10%, el costo del proyecto sumaría un total de US\$ 4.8 millones, como se muestra en el siguiente cuadro.

Costo Total del Proyecto

Rubros	Moneda extranjera	Moneda nacional	Total
Construcción	2,564,005	1,430,333	3,994,338
Administración e Ingeniería	230,760	128,729	359,489
Sub-total	2,794,765	1,559,062	4,353,827
Contingencias	153,840	286,066	439,906
Total	2,948,605	1,845,128	4,793,733

El costo del proyecto por municipio se detalla en el siguiente cuadro.

Costo de Proyecto en los 10 Municipios

	Moneda extranjero	Moneda nacional	Total
S. J. Pinula	167,335	150,513	317,848
S.P. Sacatepéquez	153,398	30,375	183,773
S. M. de Jesús	176,775	243,100	419,875
S. M. Jilotepeque	166,145	32,137	198,282
San Juan Comalapa	1,014,225	365,844	1,380,069
Sololá	465,109	544,262	1,009,371
Santa Lucí Utatlán	167,380	109,773	277,153
Momostenango	301,311	168,276	469,587
S. F. la Unión	127,205	104,850	232,055
Génova	209,723	95,997	305,720
Total	2,948,606	1,845,127	4,793,733

Las bases del cálculo son las siguientes.

- Fecha del cálculo: diciembre de 1994
- Tipo de cambio: US\$1.00=Q.5.75
- La estimación de costo de los siguientes ítems fue efectuada

tanto en dólares estadounidenses como en moneda nacional.

Moneda extranjera

- Motor sumergible, bombas y otros accesorios
- Paneles de control
- Rejillas y encamisados
- Tubos dúctiles de hierro fundido y especiales
- Costo de ingeniería de los consultores extranjeros (servicio de consultoría extranjera)

Moneda nacional

- Perforación de los pozos
- Mano de obra
- Hormigón, arena y grava
- Barra de refuerzo
- Combustible, aceite, etc.
- Costo de ingeniería (servicios de consultoría local)

- d. Contingencia de 8% para el componente extranjero, y de 20% para el componente nacional considerando la variación del tipo de cambio.

Cuadro 9.1.1.1 Producción de Agua en 1994 y Volumen Faltante en 2010

No.	Municipality	Population in 2010	Planned daily Supply Per Capita (l/c/d)	Water Demand in 2010 (m ³ /day)	Water Production in 1994			Max. Cap. of Existing Sources in 2010			Production Shortage in 2010		Capacity of New Well (m ³ /day)	Number of Required Well *	
					Natural Flow Spring	Spring Water Pumped up	Wells	Total (m ³ /day)	Natural Flow Spring	8-hour Pumping from Spring	24-hour Pumping from Wells	Total (m ³ /day)			Shortage in 2010 (m ³ /day)
Gu 2	San Jose Pinula	19,970	155	3,095	-	-	821	821	-	-	818	818	-2,277	2,920	1 (0)
Gu 8	San Pedro Sacatepequez	10,140	155	1,572	-	122	98	220	-	-	294	294	-1,278	1,745	1 (0)
Sal1	Santa Maria de Jesus	14,890	155	2,308	-	-	173	173	-	-	691	691	-1,617	3,041	1 (0)
Ch 3	San Martin Jilotepeque	11,988	155	1,855	605	-	259	864	-	-	518	518	-1,337	2,186	1 (0)
Ch 4	San Juan Comalapa	19,408	155	3,008	371	27	112	510	371	144	539	1,054	-1,954	985	2 (1)
So 1	Solola	30,960	155	4,799	2,627	-	-	2,627	2,627	-	-	2,627	-2,172	1,909	2 (1)
So 4	Santa Lucia Utatlan	4,773	106	506	162	-	-	162	162	-	-	162	-344	821	1 (0)
To 5	Tomostenango	16,740	155	2,595	346	294	-	640	346	294	-	640	-1,955	1,089	2 (1)
Qu18	San Francisco la Union	2,561	106	271	-	4	-	4	-	-	-	0	-271	821	1 (1)
Qu21	Genova	7,267	106	770	267	-	-	267	-	-	-	0	-770	1,365	1 (0)

* () shows actual required number of well

Cuadro 9.1.2 Instalaciones del Proyecto

No.	Municipality	Well		Transmission Pipe				Distribution pipe				Specified Pump Head (A)+(B)+(C) m	Pipe Diameter mm	Distance m	Head Loss m	Flow Velocity m/s	Required Additional Tank Vol. m ³	
		Pumping Rate	Pumping Level	Elevation Difference	Pipe Diameter	Distance	Head Loss	Flow Velocity	Pipe Diameter	Distance	Head Loss							Flow Velocity
Gu 2	San Jose Pinula	26.4	420	25	80	150	1.200	31.13	1.490	136.13	-	-	-	-	-	-	300	
Gu 8	San Pedro Sacatepequez	14.8	230	60	40	150	1.200	10.66	0.840	110.66	-	-	-	-	-	-	-	
Sa11	Santa Maria de Jesus	18.7	300	175	120	150	1.000	13.70	1.060	308.70	-	-	-	-	-	-	540	
Ch 3	San Martin Jilotepeque	15.5	250	95	50	150	1.300	12.58	0.880	157.58	-	-	-	-	-	-	-	
Ch 4	San Juan Comalapa No. 1	11.3	180	105	60	150	1.100	5.93	0.640	170.93	-	-	-	-	-	-	-	
	San Juan Comalapa No. 2	11.3	180	105	80	150	1.200	6.47	0.640	191.47	-	-	-	-	-	-	270	
So 1	Solola No. 1	12.6	200	100	0	150	30	0.20	0.710	100.20	-	-	-	-	-	-	1.040	
	Solola No. 2	12.6	200	100	-20	150	1.100	7.25	0.710	87.25	-	-	-	-	-	-	-	
So 4	Santa Lucia Utatlan	4.0	60	140	80	100	900	5.11	0.510	225.11	-	-	-	-	-	-	169	
To 5	Monostenango No. 1	11.3	180	140	80	150	800	4.31	0.640	224.31	-	-	-	-	-	-	-	
	Monostenango No. 2	11.3	180	140	80	150	1,200	6.47	0.640	226.47	-	-	-	-	-	-	180	
Qu18	San Francisco la Union	3.1	50	180	100	100	1,000	3.54	0.390	283.54	-	-	-	-	-	-	90	
Qu21	Genova	8.9	140	120	50	150	1,000	3.46	0.500	173.46	-	-	-	-	-	-	130	

* Distance from well to distribution tank

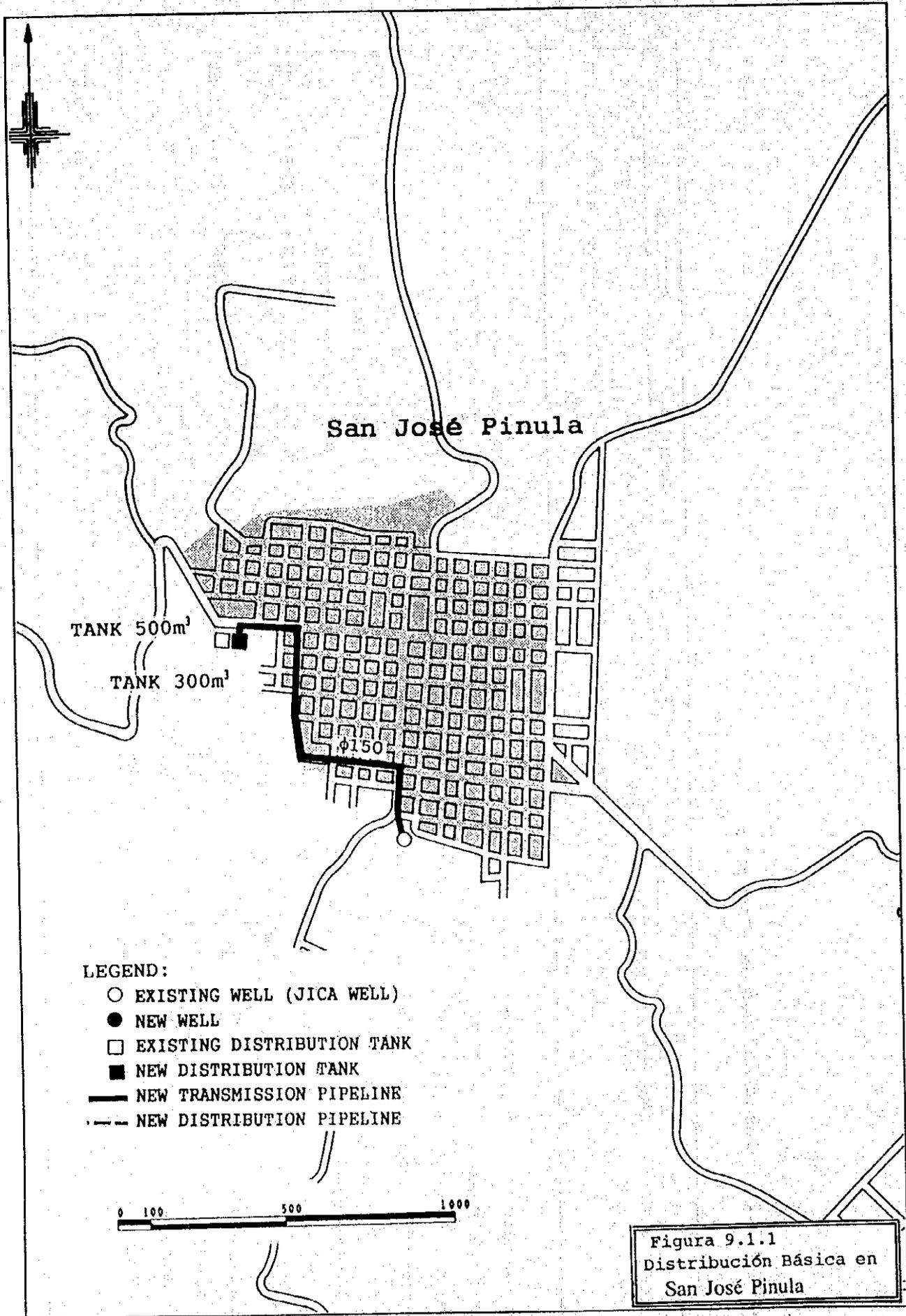
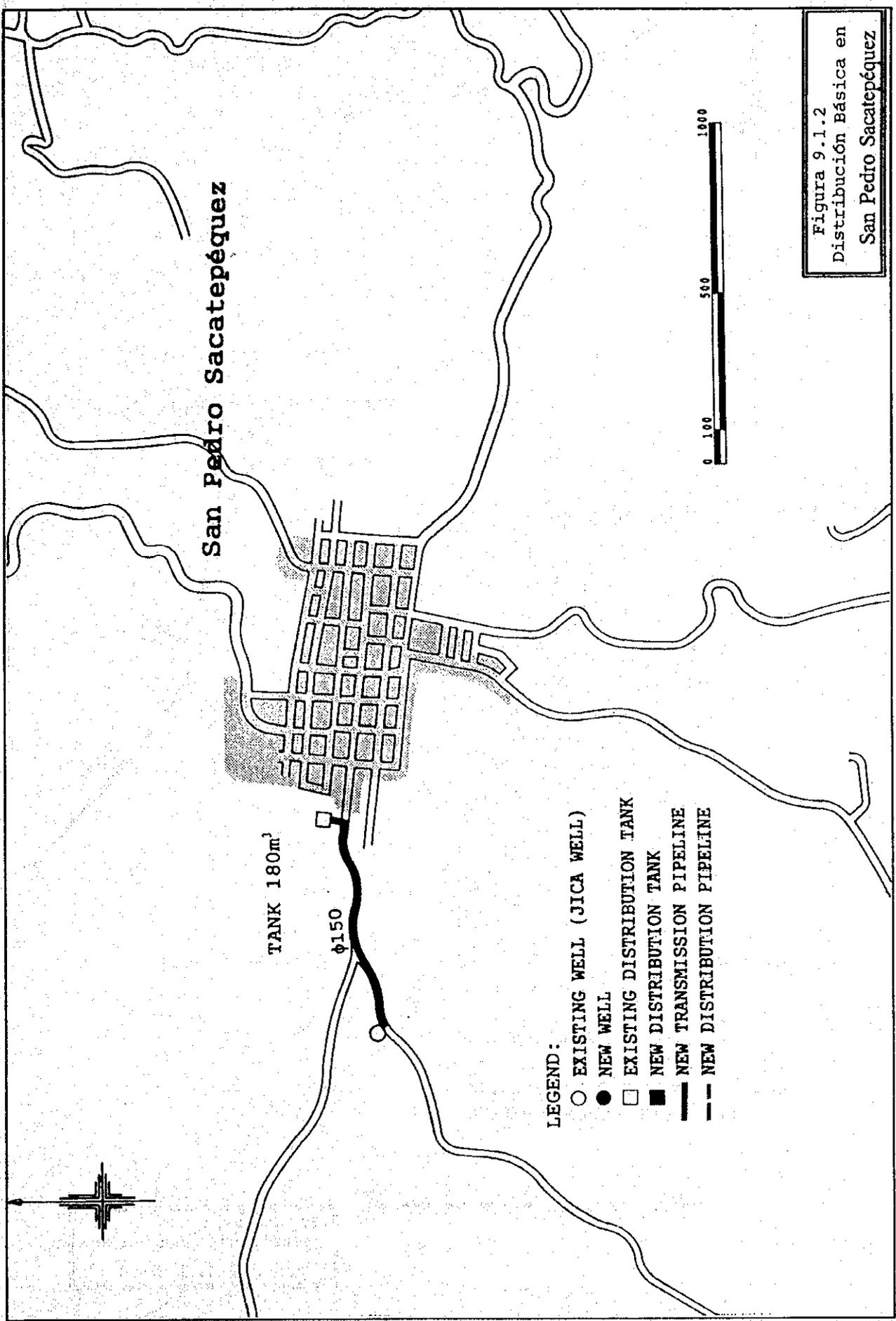
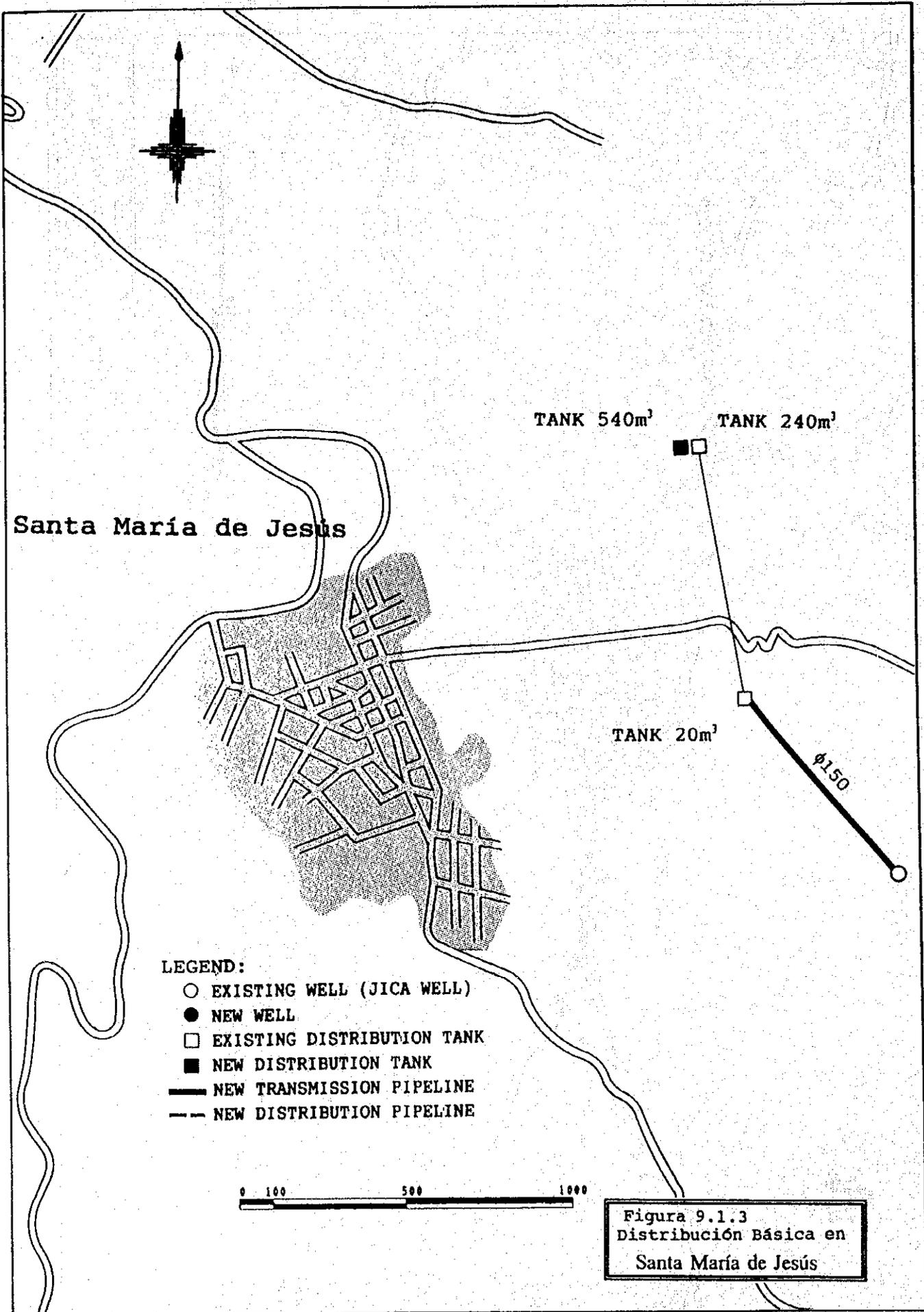


Figura 9.1.1.2
Distribución Básica en
San Pedro Sacatepéquez



- LEGEND:
- EXISTING WELL (JICA WELL)
 - NEW WELL
 - EXISTING DISTRIBUTION TANK
 - NEW DISTRIBUTION TANK
 - NEW TRANSMISSION PIPELINE
 - - - NEW DISTRIBUTION PIPELINE



Santa María de Jesús

TANK 540m³

TANK 240m³

TANK 20m³

ø150

LEGEND:

- EXISTING WELL (JICA WELL)
- NEW WELL
- EXISTING DISTRIBUTION TANK
- NEW DISTRIBUTION TANK
- NEW TRANSMISSION PIPELINE
- - - NEW DISTRIBUTION PIPELINE

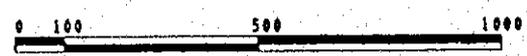
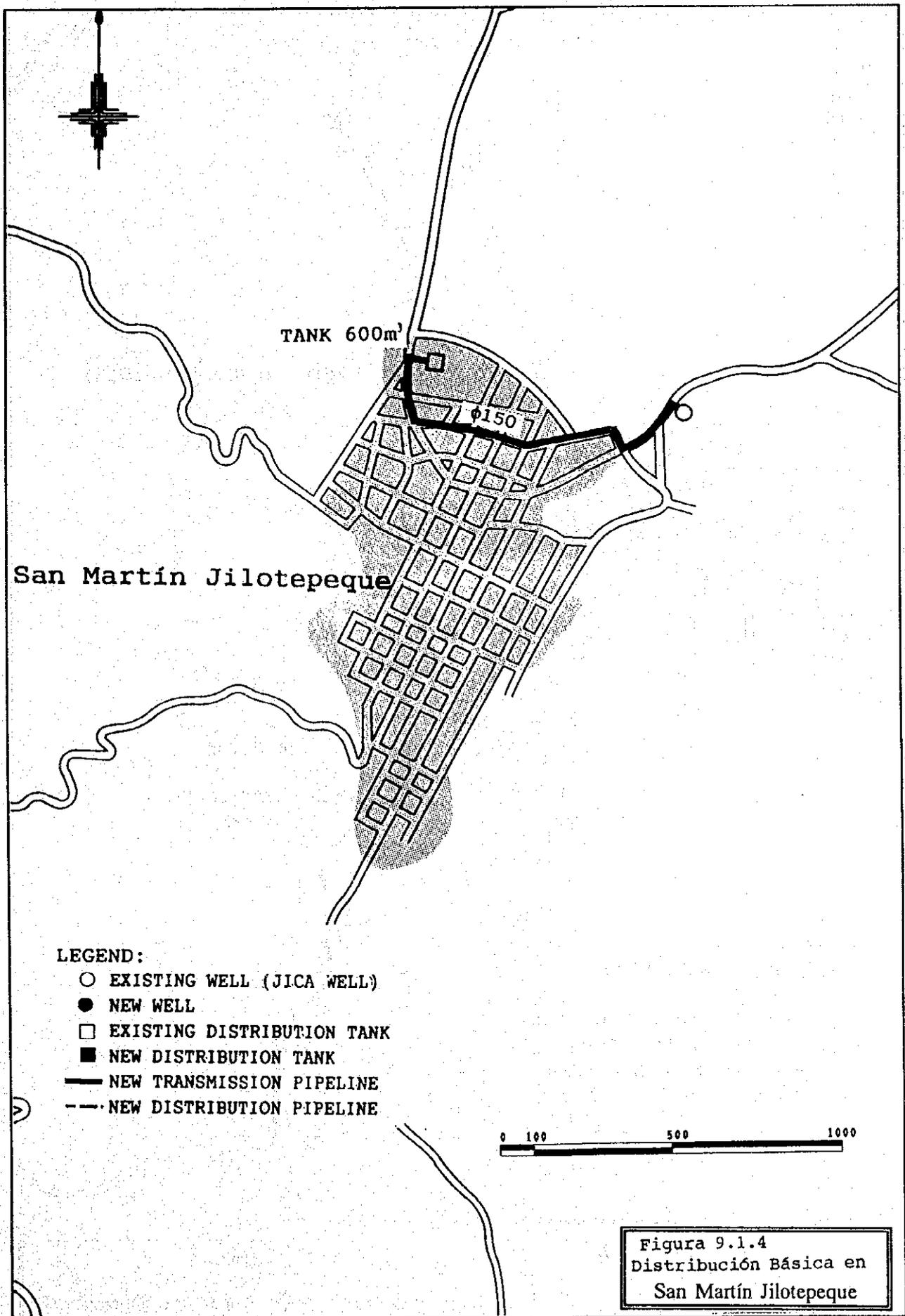
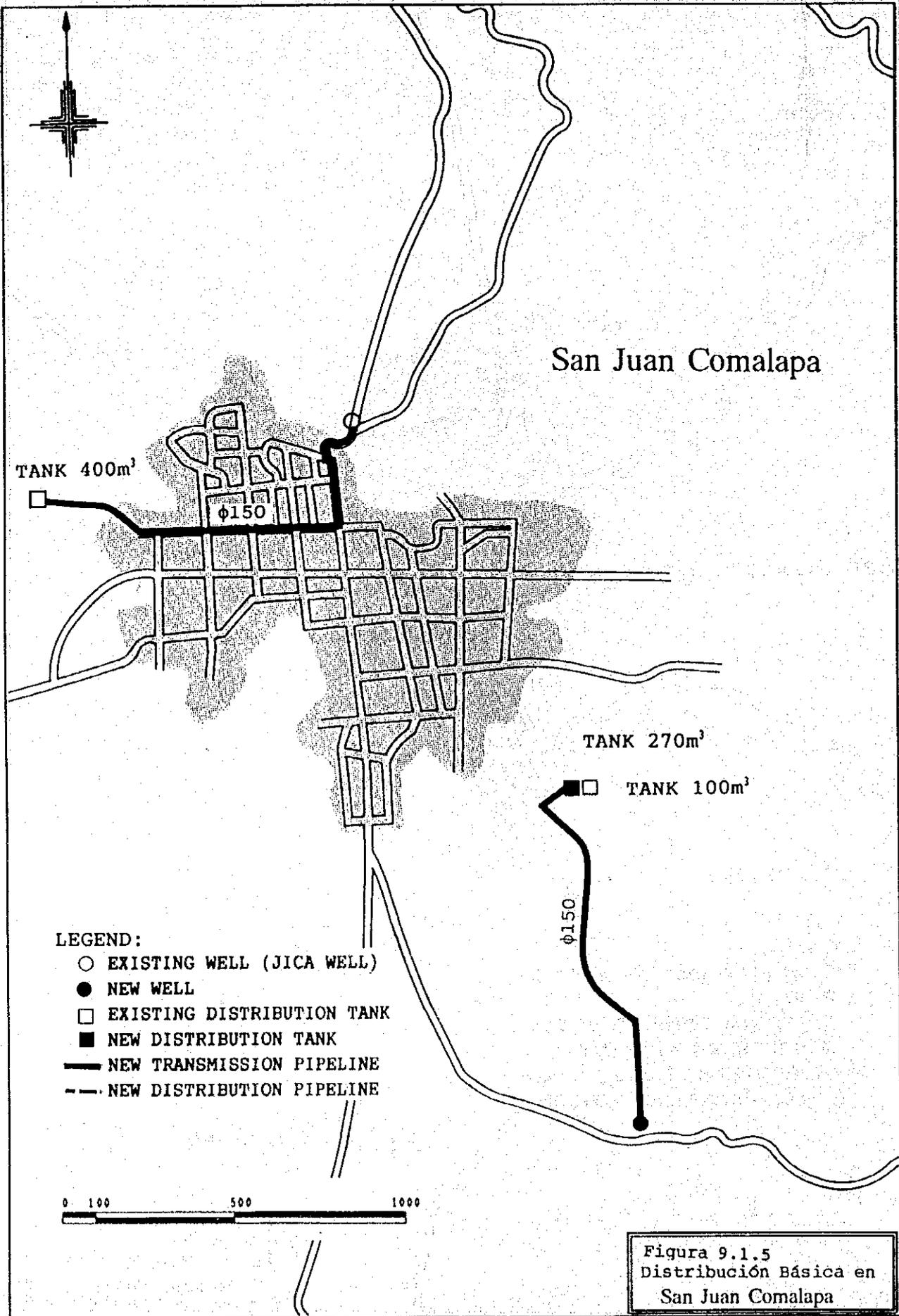
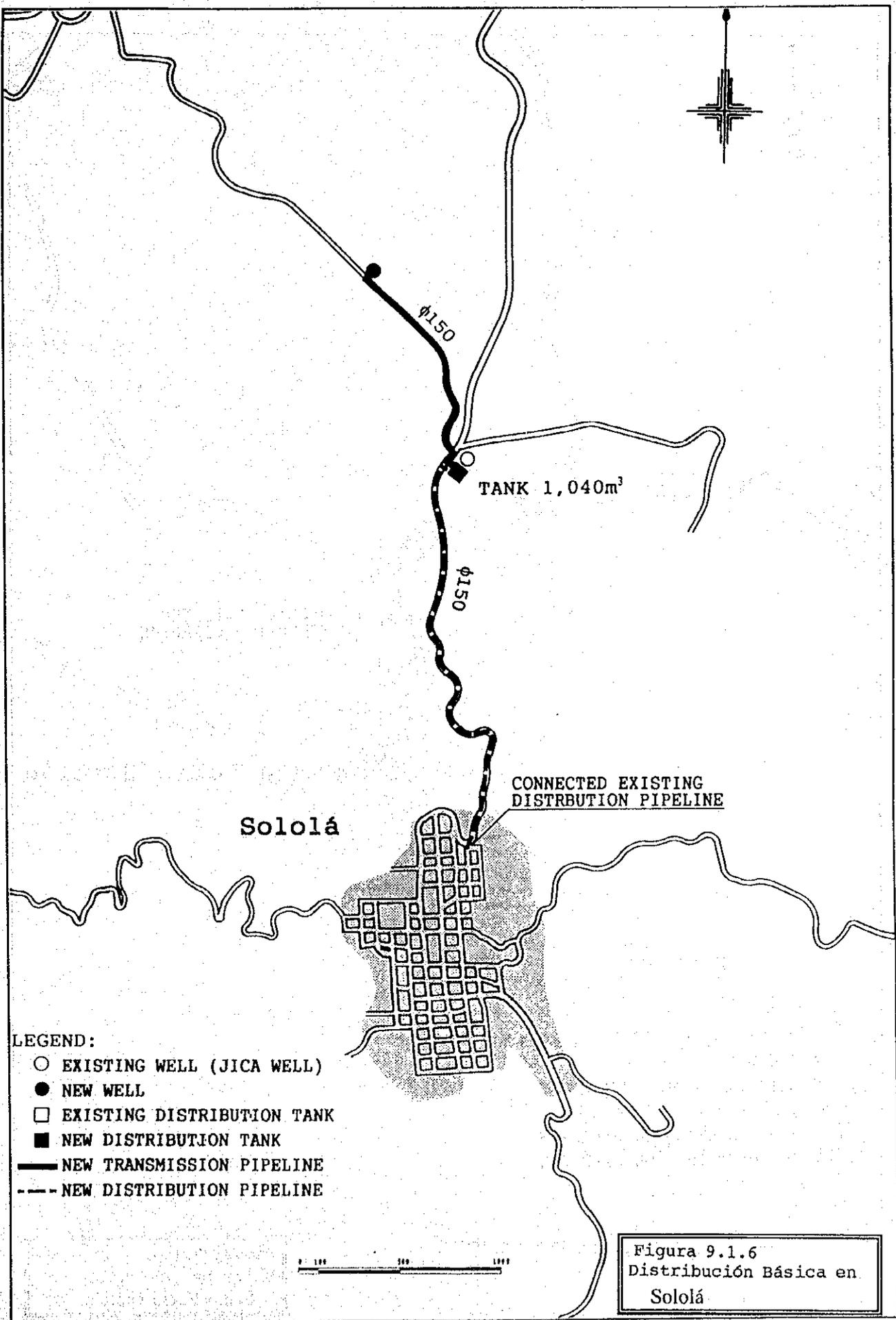
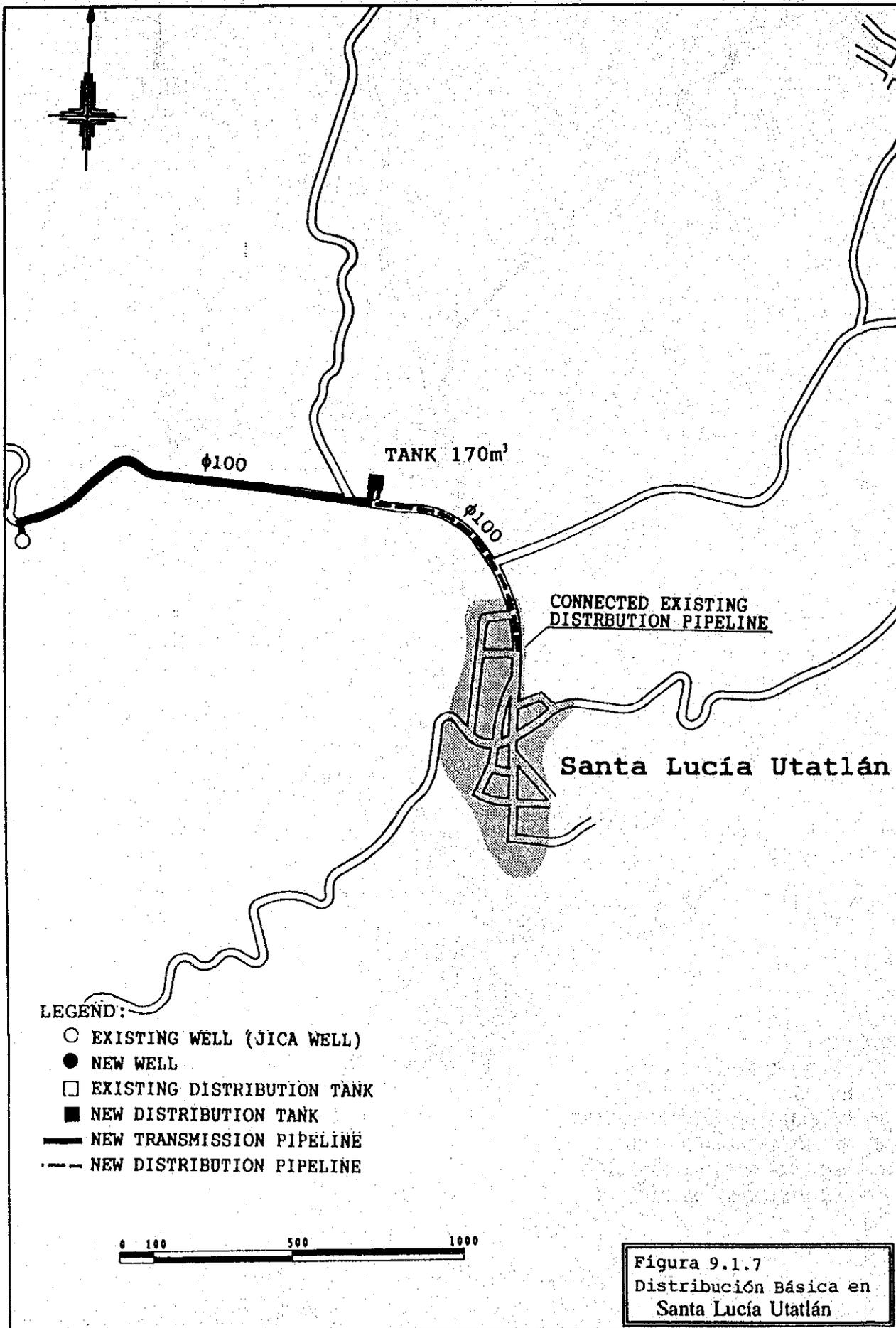


Figura 9.1.3
Distribución Básica en
Santa María de Jesús









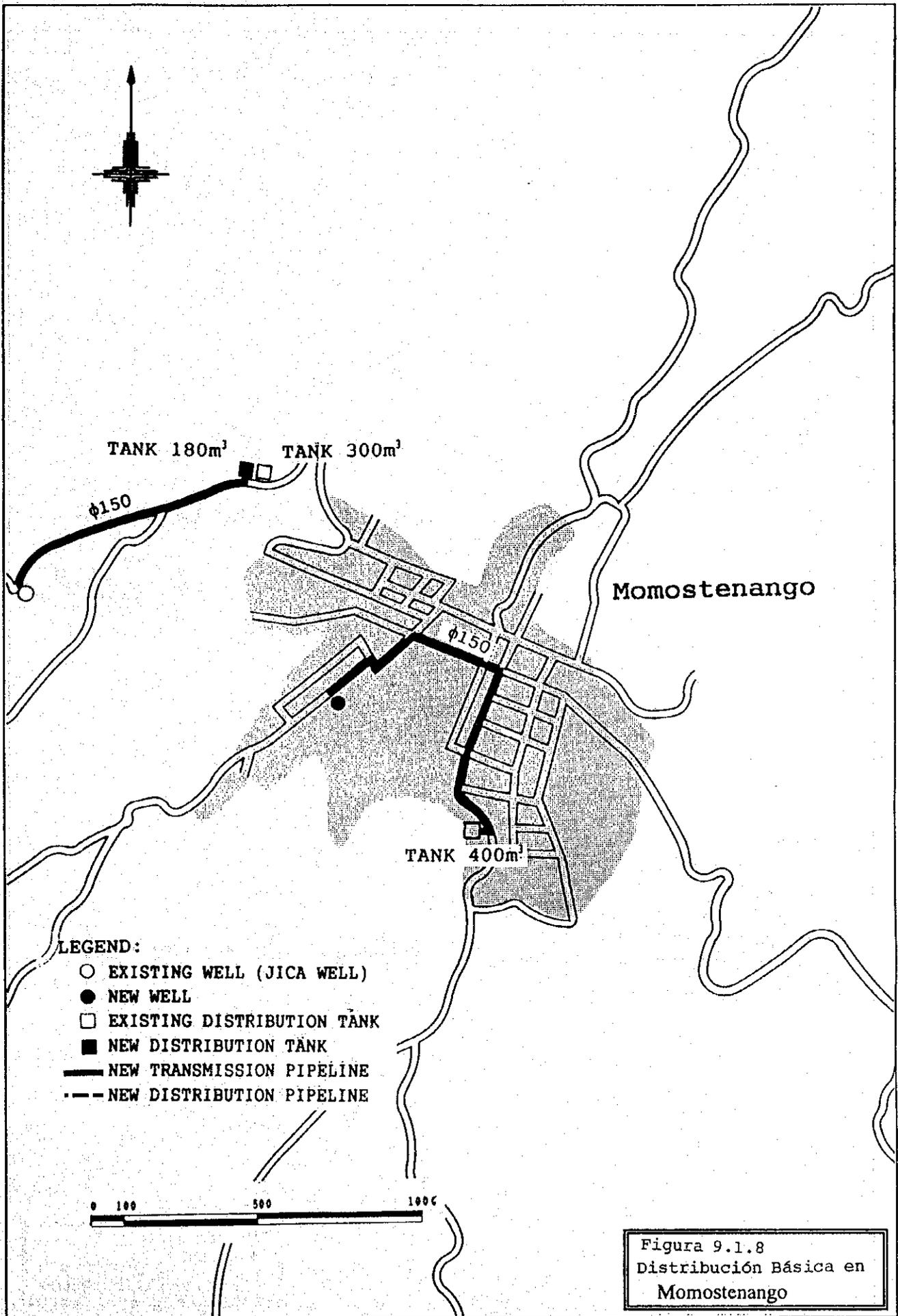
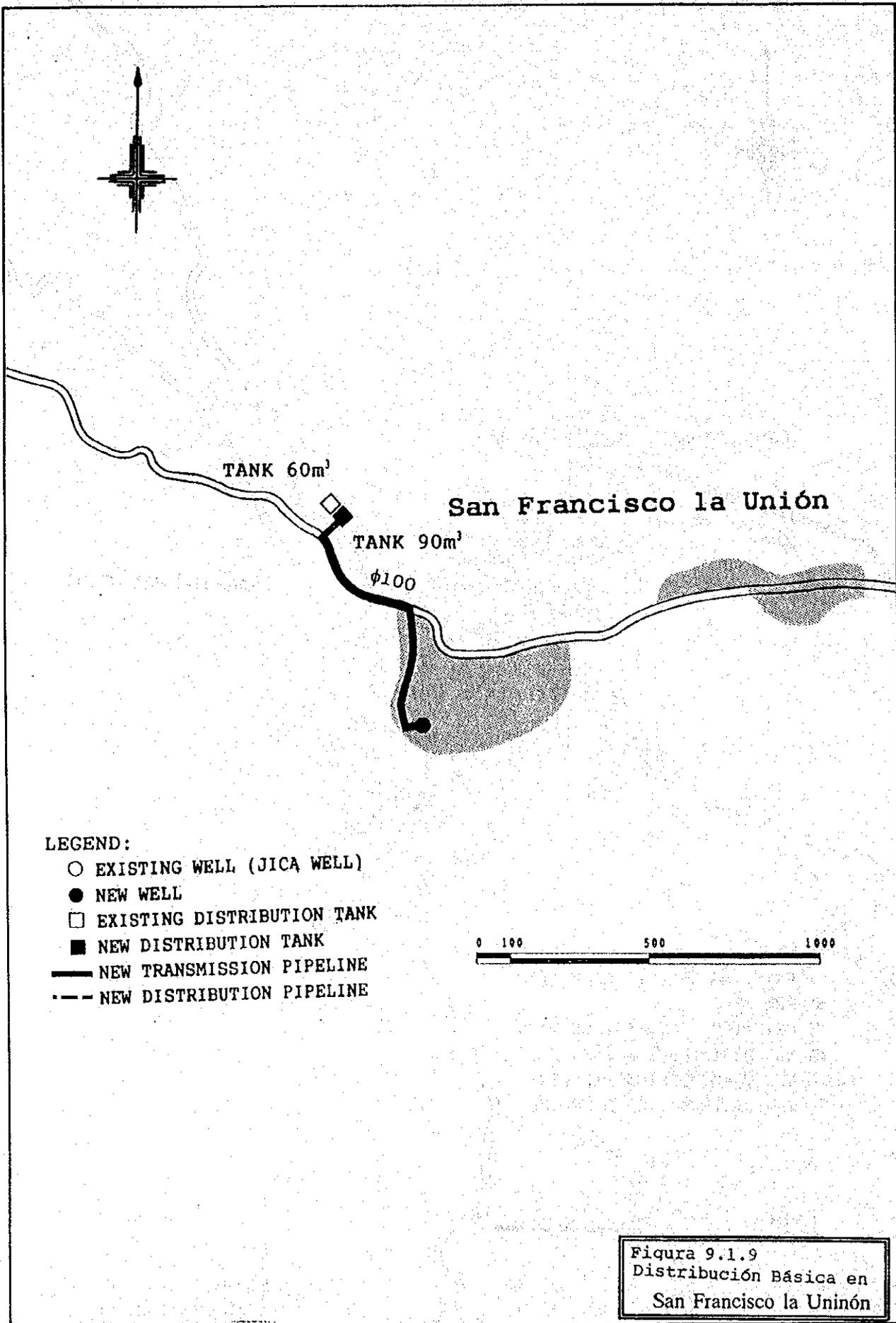
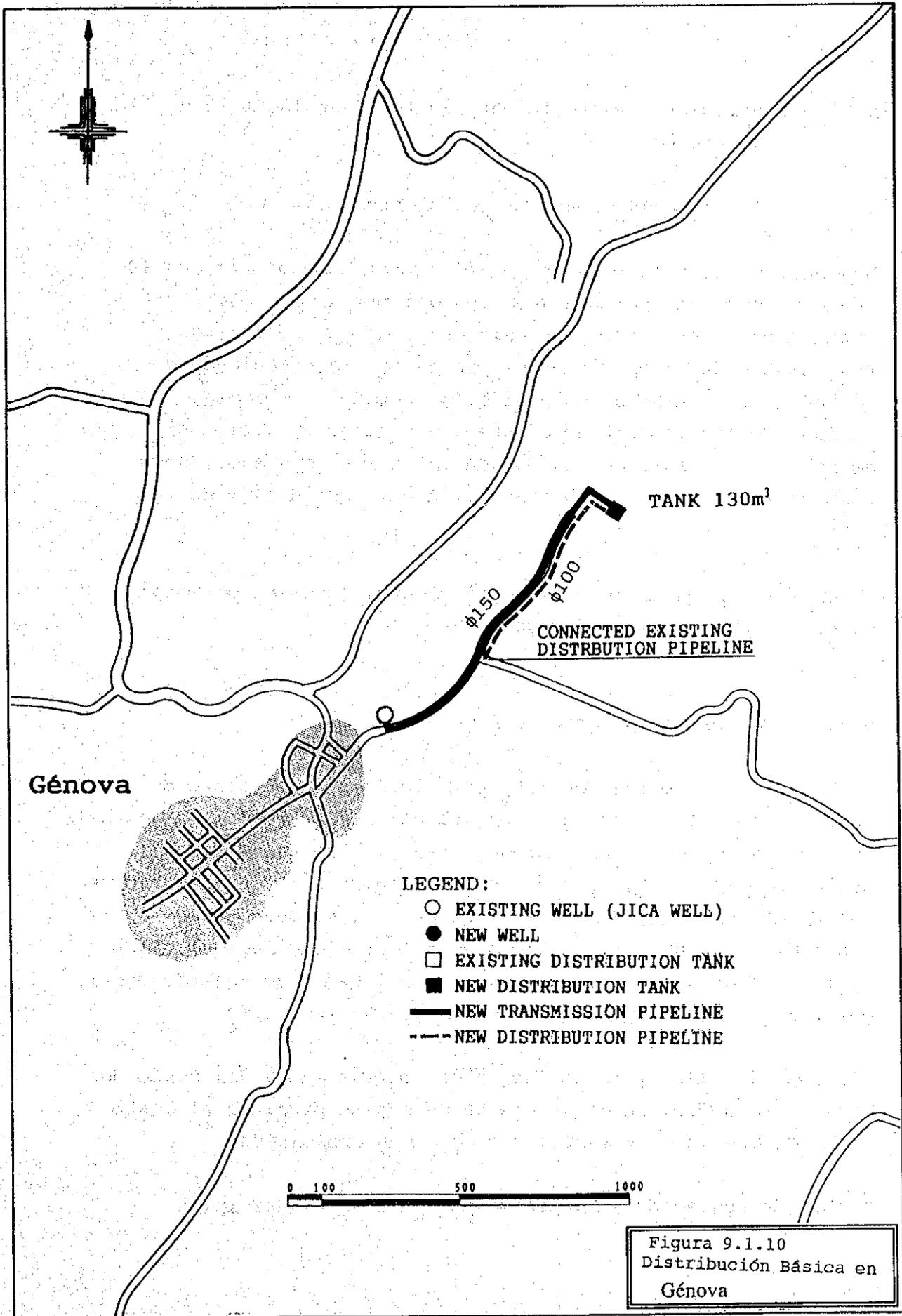


Figura 9.1.8
Distribución Básica en
Momostenango





9.2 Operación y Mantenimiento de las Instalaciones de Suministro

9.2.1 Plan de Operación y Mantenimiento

Las nuevas instalaciones de suministro en cada uno de los 10 municipios serán operadas y mantenidas por un operador debidamente capacitado y un asistente. El operador será responsable de la operación diaria de las instalaciones de bombeo y de la inspección periódica de todo el sistema, incluyendo las labores de ajuste, reparación y cambio. El asistente, por su lado, además de asistir al operador, será también responsable de la contabilidad y recaudación de la tarifa facturada.

INFOM será responsable de impartir capacitación al personal asignado para realizar dichas tareas.

9.2.2 Costos de Operación y Mantenimiento

El costo de operación consiste principalmente del costo de la energía eléctrica para la operación del bombeo, y de los gastos de cloro y del personal. Por otro lado, el costo de mantenimiento incluye los gastos para la reparación y cambio del equipo de bombeo, y ocasionalmente para la renovación de los tubos de distribución. El costo de electricidad fue calculado a partir del costo unitario de Q.0.6 por 1 KWH y de acuerdo con la potencia requerida para cada sistema según municipio.

El costo de mantenimiento fue determinado en 10 % del costo del equipo de bombeo. En el siguiente cuadro se presenta el costo total de operación y mantenimiento según municipios.

Costos de Operación y Mantenimiento en los 10 Municipios

No.	Municipios	Operación			Mante- nim.	Total	
		Elect.	Cloro	Pers.		Q/mes	Q.año
Gu 2	S. J. Pinula	18,922	279	2,000	1,374	22,296	267,552
Gu 8	S.P. Sacatepéquez	10,092	141	2,000	886	12,987	155,736
Sall	S. M. de Jesús	31,536	208	2,000	2,452	35,988	431,856
Ch 3	S. M. Jilotepeque	10,092	140	2,000	959	13,051	156,612
Ch 4	San Juan Comalapa	10,092	271	2,000	1,044	13,136	157,632
So 1	Sololá	7,569	432	2,000	1,005	10,574	126,888
So 4	Santa Lucía Utatlán	5,046	46	2,000	944	7,990	95,880
To 5	Momostenango	12,614	234	2,000	1,063	15,677	188,124
Qu18	S. F. la Unión	5,046	24	2,000	918	7,964	95,568
Qu21	Génova	10,092	69	2,000	1,018	13,110	157,320
	TOTAL	119,257	1,844	20,000	11,663	152,764	1,833,168

9.3 Evaluación del Proyecto

9.3.1 Generalidades

Conceptualmente, la evaluación de un proyecto de abastecimiento de agua puede ser efectuada desde los puntos de vista financiero y económico. La evaluación financiera se refiere a los ingresos y costos incrementales de la entidad responsable por el abastecimiento de agua (la municipalidad en este Proyecto) que ocurren como resultado de la ejecución del Proyecto. Por otra parte, la evaluación económica considera los efectos que el mejoramiento del abastecimiento de agua tiene sobre la sociedad.

En relación al costo, la ejecución de un proyecto de abastecimiento de agua requiere los siguientes tipos de costos. Primero, se requieren los costos iniciales de inversión para la construcción de las instalaciones necesarias de abastecimiento de agua. Luego, una vez que estas instalaciones estén construidas, se incurren costos recurrentes para operarlas y mantenerlas apropiadamente. Finalmente, los componentes de las instalaciones de abastecimiento de agua deben ser reemplazados periódicamente, dependiendo de sus vidas útiles, por el período de duración del Proyecto, originando de esta manera los costos de sustitución. Se presentan los detalles de costos en la Sección 9.1.1 Costo de Construcción de Instalaciones y en la Sección 9.2.2 Costo de Operación y Mantenimiento.

Los beneficios financieros se refieren a los ingresos incrementales que la municipalidad puede recaudar con la ejecución del Proyecto. Los ingresos incrementales dependen del nivel de la tarifa o canon de agua, de la voluntad y capacidad de pago de los usuarios de agua, del número de usuarios, y de la capacidad de recaudación de la municipalidad.

Los beneficios económicos del abastecimiento mejorado de agua, que se consideran en este Proyecto, son los ahorros en gastos de tratamientos médicos por enfermedades transmitidas por agua, reducción en daños por incendios, y aumento en el valor del terreno como resultado del suministro del servicio de agua. La baja calidad del agua utilizada en el hogar puede causar diarrea y cólera, lo que requiere gastos adicionales para el tratamiento médico, gastos éstos que pueden ser evitados con el mejoramiento en el abastecimiento de agua. La ocurrencia de incendios resultó ser insignificante en las comunidades del Proyecto, pero se considera que constituye un riesgo real en tal lugar como Santa María de Jesús, donde los cercados alrededor de las casas están hechos de materiales fácilmente combustibles como tallos de maíz y bambú. Y no caben dudas de que el valor del terreno urbano aumenta cuando se llega a dotar del servicio de abastecimiento de agua, mientras que simultáneamente se incrementa el valor de la infraestructura social.

9.3.2 Encuestas

Para los propósitos de la evaluación del Proyecto, se efectuaron encuestas con las autoridades municipales, residentes de la comunidad, y profesionales médicos.

(1) Municipalidades

Se entrevistaron a las autoridades de las diez municipalidades seleccionadas con el fin de obtener datos de población, número de conexiones, y canon de agua. Estos datos son cruciales para estimar los ingresos del Proyecto.

Además, se les pidió a las autoridades municipales que suministren datos sobre el valor promedio de las viviendas urbanas. Estos datos son necesarios para estimar los beneficios de la prevención de incendios, y los del aumento en el valor de los terrenos.

(2) Residentes

Se entrevistó a una muestra de los residentes de las diez comunidades seleccionadas con el fin de estimar la voluntad de pagar por los servicios mejorados de abastecimiento de agua. Esto requirió que los residentes se imaginasen encontrarse en una situación hipotética de mejores servicios, lo cual resultó ser extremadamente difícil para algunas personas. Por consiguiente, se tomaron las siguientes decisiones.

- Cuando las autoridades municipales adujeron haber efectuado una encuesta, formal o informalmente, sobre la voluntad de pagar de los residentes por servicios mejorados en el abastecimiento de agua, se tomaron las cifras suministradas por la municipalidad como base para la estimación de ingresos (por ejemplo San José Pinula y Sololá).
- Se le concedió mayor importancia a las respuestas dadas por residentes considerados como conocedores de los asuntos comunitarios, tales como profesores de escuelas y colegios, y el presidente de un Comité de Agua Potable (Momostenango).

(3) Centros de salud

Se entrevistaron a profesionales médicos (doctores y/o enfermeras) con el fin de recabar sus opiniones y datos estadísticos sobre la incidencia de enfermedades transmitidas por agua (diarrea, enfermedades de la piel). También se les pidió datos sobre los costos de tratamiento de dichas enfermedades.

9.3.3 Resultados de las Encuestas

Las tabulaciones de las encuestas por entrevistas personales arrojaron los siguientes resultados.

(1) Voluntad de Pagar (VDP)

Comunidad	VDP Estimada por Municipalidad (Q/mes)	VDP Expresada por Residentes (Q/mes)
-----	-----	-----
San José Pinula	10-15	10-15
San Pedro Sacatepequez	15	5-17
Santa María de Jesús	10	10
San Martín Jilotepeque	10	10
San Juan Comalapa	3-5	5
Sololá	12-40	12-40
Santa Lucía Utatlán	10	15-30
Momostenango	6	Según necesidad
San Francisco La Unión	10-15	10-25
Génova	5	5

Las autoridades municipales de San José Pinula y Sololá encuestaron a sus propios residentes, cuyos resultados se tomaron como la voluntad de pagar de estas dos comunidades por los servicios mejorados de abastecimiento de agua. En Momostenango, el presidente del Comité de Agua Potable prometió convencer a sus 600 miembros sobre la necesidad de pagar el canon requerido para la operación y mantenimiento apropiados de las instalaciones de abastecimiento de agua, si el Comité tenía acceso a informaciones sólidamente fundamentadas sobre el canon necesario para tal propósito. Por lo tanto, se asumió que la voluntad de pagar en Momostenango era de Q.40 por mes por familia, tarifa que representaba el más alto nivel encontrado en la encuesta de las diez comunidades.

En San Martín Jilotepeque, el canon de agua fue incrementado a Q.10 por mes en agosto de 1994, sin que ocurriese la prometida mejora en los servicios de abastecimiento de agua. Este hecho causó una indignación entre los residentes, quienes consideraron presentar una demanda en el sentido de que la municipalidad redujese el canon de agua al nivel anterior de Q.2.50 por mes. Sin embargo, debido a que los residentes de la comunidad habían ya aceptado el canon de agua de Q.10 por mes, se tomó esta tarifa como su voluntad de pagar.

En general, la voluntad de pagar estimada por las autoridades municipales fue más baja que aquella expresada por los residentes de la comunidad. Esto fue tal vez una reflexión del riesgo político que tal decisión pudiese tener sobre la popularidad del Alcalde quien es elegido por voto popular. En caso de discrepancia en la voluntad de pagar de una comunidad, se efectuaron dos estimaciones de ingresos, una como el límite inferior y la otra como el límite superior.

(2) Incidencia de enfermedades transmitidas por agua

Se presenta en el cuadro siguiente la incidencia de enfermedades transmitidas por agua, básicamente diarrea. El costo del tratamiento médico de la diarrea para el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, de acuerdo a algunos médicos, oscilaba entre Q.25 y Q.30 por caso de diarrea, de donde se tomó el valor de Q.30 por caso para los fines de la estimación de beneficios.

Comunidad	Incidencia de Enfermedades Transmitidas por Agua (% de Pacientes)
San José Pinula	31.28
San Pedro Sacatepequez	16.13
Santa María de Jesús	60.00 (estación lluviosa)
San Martín Jilotepeque	12.00
San Juan Comalapa	22.22
Sololá	9.52
Santa Lucía Utatlán	10.00
Momostenango	31.59
San Francisco La Unión	25.00
Génova	30.00

No siempre se disponía de datos estadísticos sólidos. Algunos centros de salud tenían en archivo registros mensuales de pacientes y causas de enfermedades, mientras otros dependían de la memoria de su personal profesional. De todas maneras, era muy obvia la alta incidencia de enfermedades causadas por agua insuficiente o de baja calidad utilizada en el hogar.

(3) Valor promedio de una vivienda

Se pidió a las autoridades municipales una estimación del valor promedio de una vivienda urbana en sus respectivas comunidades. Los resultados fueron los siguientes.

Comunidad	Valor Promedio de una Vivienda (Q.)
San José Pinula	60,000
San Pedro Sacatepequez	60,000
Santa María de Jesús	35,000
San Martín Jilotepeque	35,000
San Juan Comalapa	25,000
Sololá	40,000
Santa Lucía Utatlán	15,000
Momostenango	20,000*
San Francisco La Unión	8,000
Génova	15,000

Se interpretó que estos valores representaban conjuntamente el valor del terreno y el valor de la casa.

9.3.4 Supuestos para la Evaluación del Proyecto

- 1) El Cuadro 9.3.1 presenta, para cada comunidad, los datos básicos utilizados en la evaluación del Proyecto, incluyendo la población base (1994), la tasa anual de crecimiento poblacional, el tamaño familiar medio, el valor promedio de una casa con su terreno, los límites inferiores y superiores de la voluntad de pagar por los servicios de abastecimiento de agua, y la incidencia de la diarrea.
- 2) Para la estimación de ingresos, se asumió que el Proyecto suministraría agua al 100% de las familias urbanas de las comunidades seleccionadas. En otras palabras, se consideró que los servicios de abastecimiento de agua existentes actualmente en las comunidades seleccionadas eran intermitentes y de volumen negligible. Por lo tanto, se consideró que los servicios de abastecimiento de agua existentes eran totalmente inadecuados para aplicar el canon indicado por la encuesta sobre la voluntad de pagar, la cual asumía un servicio satisfactorio para los usuarios de agua.
- 3) Se asumió que las municipalidades recaudarían el 80% de la facturación por los servicios de abastecimiento de agua determinada en base a la encuesta sobre voluntad de pagar.
- 4) Se asumió que el número de familias en una comunidad dada y en un año dado era una función de la población de 1994, de la tasa anual de crecimiento poblacional, y del tamaño promedio de la familia.
- 5) Se asumió que cada familia vivía en una vivienda unifamiliar, y que el valor promedio de una vivienda se dividía igualmente entre el terreno y la casa.
- 6) Se asumió que los beneficios de la prevención de incendios correspondían al 0.5% del valor promedio de una casa de la comunidad considerada.
- 7) Se asumió que los beneficios del incremento en el valor del terreno correspondían al 2% del valor promedio del terreno en la comunidad considerada.
- 8) Los beneficios de la prevención de la diarrea fueron estimados asumiendo que el 30% de la población recurría a los centros de salud, utilizando la tasa de incidencia de la diarrea entre la población enferma de la comunidad, en base al costo estimado de tratamiento médico de Q.30 por caso de diarrea, y asumiendo que la diarrea afectaba una vez por mes durante los seis meses de la estación lluviosa.

- 9) Se asumió en 30 años la vida útil del Proyecto, fijando 2010 como el año meta.
- 10) Se utilizaron precios de mercado, es decir, precios financieros en la estimación de los beneficios económicos debido a las siguientes dos razones: (a) el componente laboral del Proyecto constituye una pequeña proporción de los costos totales y consiste básicamente de mano de obra calificada, cuya valuación se supone generalmente que refleja la productividad marginal del trabajo, y (b) fue ligera la distorsión de precios de bienes comercializados, como indica el Factor de Conversión Standard (FCS=0.97) que fue calculado como sigue:

$$SCF = (M+X)/(M+Tm)+(X-Tx)$$

M: Importación
 X: Exportación
 Tm: Impuesto sobre Importación
 Tx: Impuesto sobre Exportación

El Factor de Conversión Standard indica la relación entre precios domésticos y precios de frontera.

Factor de Conversión Standard de Guatemala

Unidad: US\$1,000

Año	Export. (X)	Tx	Import. (M)	Tm
1989	2,159,079	9,873	4,195,202	74,964
1990	1,162,970	836	1,648,799	97,455
1991	1,202,194	327	1,851,254	123,782
1992	1,295,291	109	2,462,757	213,764
Total	5,819,534	11,145	10,158,012	509,964

$$FCS = 0.969725227$$

FCS = Factor de Conversión Standard

- Fuente: 1) Banco de Guatemala, Boletín Estadístico, Enero-Febrero-Marzo 1994
 2) Instituto Nacional de Estadística, Anuario de Comercio Exterior 1992

9.3.5 Resultados de la Evaluación

(1) Evaluación Financiera

Se calcularon los flujos de caja (FC) para el Proyecto y para cada municipio, en base a los ingresos y costos estimados que se presentan como Cuadro 9.3.2 y Cuadros 9.3.2a a 9.3.2j. Los flujos de caja fueron utilizados para determinar los índices de evaluación, es decir, las tasas internas de retorno (tasas financieras o TIRF), para el

Proyecto y para cada municipio, las cuales se presentan a continuación.

Municipio/Proyecto -----	TIRF (%) -----
San José Pinula-VDP alta	6.52
San Pedro Sacatepéquez-VDP alta	9.31
Santa María de Jesús-VDP alta	Sin solución
San Martín Jilotepeque-VDP alta	7.40
San Juan Comalapa-VDP alta	Sin solución
Sololá-VDP baja	2.60
Sololá-VDP alta	18.83
Santa Lucía Utatlán-VDP alta	3.68
Momostenango-VDP alta	27.43
San Francisco La Unión-VDP alta	Sin solución
Génova-VDP alta	Sin solución
El Proyecto-VDP alta	6.56

En términos financieros, el Proyecto es factible únicamente si los ingresos incrementales se calculan con el límite superior de la voluntad de pagar. Además, el Proyecto debe ser ejecutado con un programa de financiamiento blando muy favorable, ya que la TIRF de 6.56% es modesta. La factibilidad del Proyecto implica la necesidad de una entidad unificadora, la cual bien podría ser INFOM. Esto se debe a que, individualmente, solamente seis de los diez municipios seleccionados arrojaron niveles positivos de TIRF. En estas circunstancias, la entidad unificadora podría recurrir al subsidio cruzado entre los municipios, de tal manera que el Proyecto sea factible.

De los cuatro municipios en donde las TIRF no pudieron ser calculadas, tres (Santa María de Jesús, San Francisco La Unión y Génova) tuvieron flujos de caja negativos durante todos los años del Proyecto. Las causas, sin embargo, fueron diferentes. Los flujos de caja negativos en San Francisco La Unión y Génova se debieron básicamente al número reducido de las familias contribuyentes. Por otra parte, en Santa María de Jesús, los costos fueron altos debido a la topografía accidentada, que obligaría a la localización de pozos en llanuras distantes, hecho que precisaría de bombeos intensivos para la operación del sistema de abastecimiento de agua.

San Juan Comalapa arrojó flujos de caja positivos en algunos años del Proyecto, a pesar de la baja voluntad de pagar, pero el exceso de ingresos sobre gastos fue demasiado pequeño para permitir el cálculo de la TIRF.

(2) Evaluación Económica

Los beneficios económicos del Proyecto fueron estimados en términos de ahorros presupuestarios del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en gastos de tratamiento médico

por enfermedades transmitidas por agua, reducción en daños por incendios, e incremento en el valor del terreno. Estos beneficios y costos estimados también se presentan como flujos de caja (FC), para el Proyecto y por municipio, en el Cuadro 9.3.3 y los Cuadros 9.3.3a a 9.3.3j. Se presentan a continuación las tasas internas de retorno (tasas económicas o TIRE), que constituyen los índices de evaluación del Proyecto.

Municipio/Proyecto	TIRE (%)
San José Pinula	96.75
San Pedro Sacatepéquez	100.01
Santa María de Jesús	42.01
San Martín Jilotepeque	89.04
San Juan Comalapa	13.19
Sololá	26.28
Santa Lucía Utatlán	Sin solución
Momostenango	24.36
San Francisco La Unión	Sin solución
Génova	8.01
El Proyecto	30.45

El valor de TIRE de 30.45% provee una indicación del impacto positivo que el Proyecto tiene sobre la sociedad. Aun así, no pudieron ser calculadas las TIRE en Santa Lucía Utatlán, a pesar de que el flujo de caja fue positivo durante algunos años del Proyecto, y en San Francisco La Unión en donde el flujo de caja fue negativo durante todos los años del Proyecto. En estos dos municipios, los flujos de caja negativos o deficientes se debieron a una combinación de número reducido de familias y bajo valor de las viviendas.

El impacto mayor provino de los beneficios de valorización de los terrenos. Esto indica que los beneficios serán mayores en municipios en donde el valor del terreno ya es elevado, lo cual es debido o a la proximidad a la Ciudad de Guatemala (San José Pinula, San Pedro Sacatepéquez) o a la localización favorable sobre una carretera principal (Sololá).

9.3.6 Análisis de Sensibilidad

(1) Tasas Financieras de Retorno

Se efectuó el análisis de sensibilidad asumiendo dos situaciones, una consistente en la reducción de 10% en ingresos, y la otra en el aumento del 10% en los costos. Se presentan a continuación los resultados del análisis de sensibilidad.

Municipio/Proyecto	TIRF (%)		
	Caso Base	Ingresos (-10%)	Costos (+10%)
San José Pinula	6.52	3.97	4.21
San Pedro Sacatepéquez	9.31	6.45	6.72
Santa María de Jesús	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
San Martín Jilotepeque	7.40	4.61	4.88
San Juan Comalapa	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
Sololá	18.83	16.90	17.08
Santa Lucía Utatlán	3.68	2.08	2.23
Momostenango	27.43	24.22	24.51
San Francisco La Unión	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
Génova	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
El Proyecto	6.56	4.80	4.97

El cuadro presentado arriba indica que el Proyecto es ligeramente más sensible a una disminución de ingresos del 10% que a un aumento de costos del 10%. Esta observación es válida también para todos los municipios.

La TIRF del Proyecto disminuyó alrededor de un 25% en respuesta al 10% de reducción en ingresos o al 10% de incremento de costos. Algunos municipios fueron más sensibles que el Proyecto, como los casos de San José Pinula, San Pedro Sacatepéquez, San Martín Jilotepeque y Santa Lucía Utatlán. Por otra parte, Sololá y Momostenango fueron bastante insensibles, presentando una reducción de solamente alrededor del 10% en los valores de TIRF en respuesta al 10% de disminución en ingresos o al 10% de aumento en costos.

Se entiende que la recaudación del canon por servicios de agua constituye una tarea realmente difícil que enfrenta la entidad operadora del servicio de abastecimiento de agua. Por consiguiente, se efectuó un análisis de sensibilidad adicional asumiendo un 70% de recaudación, en lugar del supuesto inicial de una recaudación del 80% de la facturación. Como resultado, la TIRF del Proyecto fue del 4.34%, o sea, un 10% de reducción en la recaudación causó un 35% en el valor de la TIRF del Proyecto. En cuanto a los municipios considerados individualmente, solamente Sololá y Momostenango fueron menos sensibles a la disminución en la recaudación que el Proyecto en su conjunto, como se puede observar en el detalle presentado abajo.

Municipio/Proyecto	TIRF del Caso Base (%)	
	80%	70%
San José Pinula	6.52	3.26
San Pedro Sacatepéquez	9.31	5.68
Santa María de Jesús	Sin sol.	Sin sol.
San Martín Jilotepeque	7.40	3.85
San Juan Comalapa	Sin sol.	Sin sol.
Sololá	18.83	16.41
Santa Lucía Utatlán	3.68	1.65
Momostenango	27.43	23.41
San Francisco La Unión	Sin sol.	Sin sol.
Génova	Sin sol.	Sin sol.
El Proyecto	6.56	4.34

(2) Tasas Económicas de Retorno

Se efectuó el análisis de sensibilidad asumiendo dos situaciones, una consistente en un 10% de reducción en beneficios económicos, y la otra en un 10% de aumento en los costos. Se presentan a continuación los resultados del análisis de sensibilidad.

Municipio/Proyecto	TIRE (%)		
	Caso Base	Beneficios (-10%)	Costos (+10%)
San José Pinula	96.75	86.03	87.00
San Pedro Sacatepéquez	100.01	89.33	90.37
Santa María de Jesús	42.01	36.22	36.75
San Martín Jilotepeque	89.04	78.91	79.83
San Juan Comalapa	13.19	11.55	11.70
Sololá	26.28	23.73	23.97
Santa Lucía Utatlán	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
Momostenango	24.36	21.42	21.69
San Francisco La Unión	Sin sol.	Sin sol.	Sin sol.
Génova	8.01	6.06	6.25
El Proyecto	30.45	26.98	27.29

El cuadro presentado arriba indica que el Proyecto es ligeramente más sensible a un 10% de reducción en beneficios que a un 10% de aumento en costos. Esta observación es igualmente válida para todos los municipios.

La TIRE del Proyecto disminuyó alrededor del 10% en respuesta a un 10% de reducción en beneficios o a un 10% de aumento en los costos. Solamente Génova fue significativamente más sensible que el Proyecto, con una disminución de alrededor del 25% en el valor de TIRE en

respuesta al 10% de reducción en beneficios o al 10% de aumento en los costos. Los municipios ligeramente más sensibles que el Proyecto fueron Santa María de Jesús, San Juan Comalapa y Momostenango.

El impacto mayor del Proyecto sobre la sociedad provino de la valorización del terreno. Por lo tanto, se efectuó un análisis de sensibilidad adicional asumiendo tasas diferenciales en los beneficios de valorización del terreno dependiendo de los municipios. Específicamente, en lugar del supuesto inicial consistente en la valorización del 2% del terreno en todas las municipios, se asumió un 5% de valorización en San José Pinula y San Pedro Sacatepéquez (municipios cercanos a la Ciudad de Guatemala), y 3% en Sololá (ubicada sobre una carretera principal). Como resultado, la TIRE del Proyecto aumentó del 30.45% al 44.92%.

9.3.7 Evaluación General y Sugerencias

(1) Generalidades

Los residentes del Area de Estudio enfrentan un déficit crítico en el abastecimiento de agua, situación ésta que se presume continuará en el futuro previsible. Debido a la ausencia de apropiadas fuentes de aguas superficiales, la meta del Proyecto es satisfacer la demanda de agua hasta el año 2010 por medio del desarrollo de nuevas fuentes de agua subterránea. Se estima que la población beneficiaria en el año meta 2010 será de alrededor de 139,000 personas o 23,500 familias.

La selección del agua subterránea como nuevas fuentes de agua es razonable, ya que las perforaciones de prueba demostraron que el Area de Estudio está dotado de agua subterránea de buena calidad, requiriendo solamente un proceso de cloración antes de su distribución. El desarrollo de estas nuevas fuentes de agua permitirá la distribución regular de agua de buena calidad, en lugar del abastecimiento extremadamente irregular que prevalece al presente.

Es posible que la TIRF del Proyecto no sea del todo convincente al ser de 6.56%, pero los beneficios del Proyecto sobre la sociedad compensan con creces esta preocupación como indica la TIRE de 30.45%. No existen dudas de que los diez municipios incluidos en el Proyecto necesitan con suma urgencia un mejoramiento en el abastecimiento de agua. Es por eso que el Proyecto debe ser urgentemente llevado a la etapa de ejecución, especialmente si se puede obtener un crédito blando o una donación para el financiamiento de la inversión inicial.

Sin embargo, se requiere de mucha precaución en la ejecución del Proyecto, debido a que los ingresos en algunos municipios son insuficientes ni siquiera para

sufragar los costos de operación y mantenimiento. A continuación se presentan algunas sugerencias sobre las posibles maneras de superar esta situación.

(a) Unidad Ejecutora del Proyecto dentro de INFOM

Como ya se ha mencionado, si se establece una unidad administrativa para la ejecución del Proyecto dentro de INFOM, esta unidad podrá constituirse en la entidad unificadora de los diez municipios. Esto posibilitará la puesta en práctica de un esquema de subsidio cruzado entre los diez municipios, en virtud del cual los municipios financieramente débiles serán subsidiados por municipios financieramente más fuertes dentro del Proyecto.

En la realidad, será bastante difícil la puesta en práctica del esquema de subsidio cruzado. Además de las dificultades administrativas, existe la cuestión de equidad, ya que ninguno de los diez municipios se encuentra en una situación financiera lo suficientemente afluente como para subvencionar a otros municipios.

(b) Firme Compromiso de Usar Otros Ingresos

A nivel local de los municipios, fuentes alternativas de ingresos son virtualmente inexistentes. Un análisis de los presupuestos municipales reveló que tanto los ingresos corrientes como los ingresos de capital tienen un alto grado de dependencia de los subsidios o transferencias del Gobierno Central. Los subsidios de ingresos corrientes vienen en forma de transferencias del Ministerio de Finanzas (15% al 40% de ingresos corrientes), mientras que los subsidios de ingresos de capital (95% al 99% de ingresos de capital) vienen como transferencias del Gobierno Central, en base a una provisión Constitucional de retornar el 8% de los ingresos corrientes del Gobierno Central a los municipios a través del INFOM. En total, los subsidios para ingresos corrientes y para ingresos de capital constituyeron entre el 60% y el 93% del presupuesto municipal.

Utilizar o no estos subsidios para el abastecimiento de agua es una decisión que debe ser tomada por cada municipalidad. Pero, la utilización de estos subsidios para financiar los costos de abastecimiento de agua puede ser la única opción disponible en el futuro inmediato. Por lo tanto, será aceptable en el corto plazo, pero a largo plazo, cada municipalidad debe encontrarse en una situación de poder financiar por lo menos los costos de operación y mantenimiento de su servicio de abastecimiento de agua.

(c) Servicio Auto-sustentable de Abastecimiento de Agua

Como se ilustró en la descripción presentada arriba, los diez municipios son financieramente débiles en términos de fuentes de ingresos locales e independientes. Esta situación es agravada por la percepción general existente

en Guatemala de que el agua debe ser suministrada sin costo o a un costo muy bajo. Esta percepción del agua como necesidad básica existe en alguna forma en la mayoría de los países, pero es particularmente fuerte en Guatemala. Para empeorar aun más la situación, el abastecimiento de agua es un servicio prestado por las municipalidades, en donde los alcaldes son electos por voto popular, lo cual hace políticamente difícil tomar la decisión financieramente correcta de incrementar el canon de agua en línea con el aumento de costos.

Esta percepción debe ser cambiada. El público en general debe ser concientizado sobre los costos involucrados en la obtención de nuevas fuentes de agua, y en el suministro de agua de buena calidad por medio de instalaciones de distribución apropiadas. El pago de todos estos costos por medio del canon de agua establecido correctamente redundará al final en el propio beneficio de los consumidores, ya que la recuperación de costos posibilitará el mejoramiento continuo en las instalaciones de abastecimiento de agua. Por el contrario, un canon de agua bajo que no cubre los costos logrará nada más y nada menos que la perpetuación de un servicio deficiente de abastecimiento de agua.

Por consiguiente, los déficits de ingresos pueden ser cubiertos por los subsidios del gobierno en el corto plazo, pero a largo plazo el canon de agua debe cubrir todos los costos. A fin de lograr que los usuarios de agua paguen el canon apropiado, se necesita de una campaña educativa bien organizada y de largo alcance. Esta campaña educativa debe abarcar niños y adultos, educación formal e informal, y debe utilizar los medios de comunicación masivos en forma sistemática.

Simultáneamente, las diez municipalidades deben efectuar sus mejores esfuerzos a fin de mejorar la administración y la operación de sus servicios de abastecimiento de agua. Un aspecto de gran impacto potencial se refiere a la instalación de medidores (contadores) de agua para la medición del agua realmente consumida por cada usuario. La instalación de medidores de agua debe ser combinada con la adopción de un sistema de canon de agua, el cual idealmente debe estar estructurado en forma de bloques incrementales, es decir, a medida que aumenta el volumen de agua consumida también aumenta el precio unitario.

Si es difícil poner en práctica un sistema de canon de agua de bloques incrementales, se debe adoptar un sistema más simple consistente en una tarifa base combinado con cargos por excesos de consumo. La tarifa base debe ser baja y, por consiguiente, debe permitir el uso de un volumen relativamente bajo de agua por mes. Aun así, este bajo volumen puede ser suficiente para un gran número de familias.

Cualquiera de los sistemas de canon permitirá una mejor correlación entre el consumo de agua y el monto pagado. En otras palabras, se logrará la equidad ya que los grandes

consumidores tendrán que pagar más, y viceversa. Esto constituirá un gran contraste en relación con la práctica corriente de consumo sin medidores, en la cual el poseedor de un "título" tiene el derecho de consumir una determinada cantidad de agua por mes (v.g. 30,000 litros por mes), sin mucha consideración por el consumo real. Se espera que la equidad induzca la buena voluntad de los consumidores, quienes podrían estar mejor predispuestos a pagar por los servicios de agua. Esto traerá como consecuencia el mejoramiento en las finanzas municipales con respecto al servicio de abastecimiento de agua, contribuyendo de esta manera a la probabilidad de éxito del Proyecto.

Un beneficio adicional del sistema de canon de bloques incrementales es el efecto de conservación de agua, debido a que los precios unitarios de agua aumenta a medida que aumenta el consumo. Esto necesariamente obligará a los consumidores de agua a utilizar el agua en forma más racional que bajo el sistema actual de consumo sin medición.

(2) Canon de Agua Necesario

A fin de lograr la equidad, los residentes de cada comunidad deben pagar los costos asociados con los servicios de abastecimiento de agua en su propia comunidad. Estos costos se dividen en Costos de Operación y Mantenimiento por una parte, y en Costos de Inversión y Substitución por la otra. Estos costos son específicos para cada comunidad, ya que las instalaciones de abastecimiento de agua fueron diseñadas de acuerdo a las características de cada comunidad. Además, el canon por el servicio de agua que cada familia debe pagar mensualmente es inversamente proporcional a la población o al número de familias existentes en la comunidad. Por lo tanto, una comunidad pequeña se encuentra en desventaja, ya que es relativamente más alto el canon mensual de agua que cada familia debe pagar.

Los Costos de Operación y Mantenimiento son incurridos diariamente, y son fácilmente estimados por mes o por año. Por otra parte, los Costos de Inversión son incurridos inicialmente, seguidos por Costos de Substitución periódicos al final de la vida útil, requiriendo por lo tanto la conversión a costos anuales o mensuales. De esta manera, los Costos de Inversión pueden ser apropiadamente distribuidos entre los residentes de una comunidad.

Por consiguiente, a fin de estimar los costos de inversión por mes, inicialmente se calcularon los Costos Anuales Equivalentes por medio de la aplicación del Factor de Recuperación de Capital, al 10% de interés, a los costos de inversión. El Factor de Recuperación de Capital está dado por la siguiente fórmula.

$$FRC = [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1]$$

donde,

FRC: Factor de Recuperación de Capital
i: tasa de interés
n: número de años

A continuación se presenta el canon mensual por familia por el servicio de abastecimiento de agua según municipio.

Municipio	Canon Necesario (Q/fam./mes)		
	O & M	Inversión	Total
San José Pinula	15(0%)	11	26(+73%)
San Pedro Sacatepéquez	13(-24%)	9	22(+29%)
Santa María de Jesús	23(+130%)	13	36(+260%)
San Martín Jilotepeque	8(-20%)	6	14(+40%)
San Juan Comalapa	7(+40%)	32	39(+680%)
Sololá	7(-83%)	31	38(-5%)
Santa Lucía Utatlán	29(-3%)	49	78(+160%)
Momostenango	11(-73%)	16	27(-33%)
San Francisco La Unión	39(+56%)	56	95(+280%)
Génova	24(+380%)	27	51(+920%)

Nota: El porcentaje entre paréntesis (%) indica el cambio sobre el límite superior de la voluntad de pagar.

Al utilizarse el canon total arriba indicado, la TIRF del Proyecto fue del 16.71%. Se presentan abajo los valores de TIRF por municipio.

Municipality/Project	FIRR (%)
San José Pinula	21.17
San Pedro Sacatepéquez	16.79
Santa María de Jesús	16.22
San Martín Jilotepeque	16.79
San Juan Comalapa	12.96
Sololá	17.87
Santa Lucía Utatlán	20.49
Momostenango	16.80
San Francisco La Unión	15.47
Génova	20.46
El Proyecto	16.71

Además, el análisis de sensibilidad indicó que estos valores de TIRF fueron bastante insensibles tanto al 10% de disminución en ingresos como al 10% de incremento en costos. Solamente en San Pedro Sacatepéquez y Santa María de Jesús los valores de TIRF disminuyeron en alrededor del 20% como respuesta al 10% de disminución de ingresos o al

10% de incremento de costos, mientras que las respuestas en los restantes municipios fluctuaron entre el 10% y el 15%.

En resumen, el canon necesario de agua por mes puede ser una carga financiera demasiado pesada para las familias en municipios pequeños como Santa Lucía Utatlán, San Francisco La Unión y Génova. Las autoridades municipales en estas comunidades pequeñas tendrán, casi inevitablemente, que usar parte de los subsidios del Gobierno Central para disminuir la carga financiera sobre los residentes de la comunidad. Sin embargo, si se espera una ejecución exitosa del Proyecto, las autoridades municipales en todas las comunidades tendrán que realizar serios esfuerzos para educar a sus propios residentes, y lograr que paguen, por lo menos, los costos de operación y mantenimiento de sus propios servicios de abastecimiento de agua.

Cuadro 9.3.1 Datos Básicos para la Evaluación del proyecto

Community	Population Growth Rate (%)	Population in 1994 (Persons)	Population in 2010 (Persons)	Household Size (Persons)	WTP Lower Bound (Q/month)	WTP Upper Bound (Q/month)	Average Value of a House (Q)	Diarrea Incidence (%)
San Jose Pinula	3.64	11,277	19,970	6.1	10	15	60,000	31.28
San Pedro Sacatepequez	1.78	7,652	10,140	5.8	5	17	60,000	16.13
Santa Maria de Jesus	1.85	11,107	14,890	5.6	10	10	35,000	60.00
San Martin Jilotepeque	1.63	5,482	7,103	4.2	10	10	35,000	12.00
San Juan Comalapa	1.75	14,710	19,408	5.6	3	5	25,000	22.22
Solola	4.52	15,254	30,960	7.6	12	40	40,000	9.52
Santa Lucia Utatlan	5.03	2,176	4,773	6.3	10	30	15,000	10.00
Monostenango	3.03	10,390	16,740	5.7	6	40	20,000	31.59
San Francisco La Union	2.57	1,707	2,561	6.7	10	25	8,000	25.00
Genova	4.14	3,800	7,267	5.4	5	5	15,000	30.00

Cuadro 9.3.2 Ingresos y Costos Incrementales del Proyecto

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	97,714	16,824	0	0	26,365	0	26,365	-26,365	-26,365
1999	100,536	17,287	1,323	3,141	0	1,835	1,835	-512	1,306
2000	103,453	17,765	1,363	3,244	0	1,835	1,835	-472	1,409
2001	106,468	18,258	1,403	3,352	0	1,835	1,835	-432	1,517
2002	109,585	18,768	1,445	3,463	0	1,835	1,835	-390	1,628
2003	112,809	19,294	1,489	3,579	0	1,835	1,835	-346	1,744
2004	116,142	19,837	1,534	3,699	0	1,835	1,835	-301	1,864
2005	119,590	20,398	1,580	3,823	0	1,835	1,835	-255	1,988
2006	123,157	20,978	1,629	3,952	0	1,835	1,835	-206	2,117
2007	126,846	21,577	1,679	4,086	0	1,835	1,835	-156	2,251
2008	130,664	22,196	1,730	4,225	1,696	1,835	3,531	-1,801	694
2009	134,614	22,836	1,784	4,369	0	1,835	1,835	-51	2,534
2010-2027	138,703	23,497	1,839	4,519	0	1,835	1,835	4	2,684

FIRR = 0.0656

Cuadro 9.3.2a Ingresos y Costos Incrementales de San José Pinula

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	13,011	2,133	0	0	1,748	0	1,748	-1,748	-1,748
1999	13,485	2,211	212	318	0	268	268	-56	50
2000	13,975	2,291	220	330	0	268	268	-48	62
2001	14,484	2,374	228	342	0	268	268	-40	74
2002	15,011	2,461	236	354	0	268	268	-32	86
2003	15,558	2,550	245	367	0	268	268	-23	99
2004	16,124	2,643	254	381	0	268	268	-14	113
2005	16,711	2,740	263	394	0	268	268	-5	126
2006	17,319	2,839	273	409	0	268	268	5	141
2007	17,950	2,943	282	424	0	268	268	14	156
2008	18,603	3,050	293	439	158	268	426	-133	13
2009	19,280	3,161	303	455	0	268	268	35	187
2010-2927	19,982	3,276	314	472	0	268	268	46	204

Cuadro 9.3.2b Ingresos y Costos Incrementales de San Pedro Sacatepéquez

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	8,212	1,416	0	0	1,011	0	1,011	-1,011	-1,011
1999	8,358	1,441	69	235	0	156	156	-87	79
2000	8,507	1,467	70	239	0	156	156	-86	83
2001	8,658	1,493	72	244	0	156	156	-84	88
2002	8,812	1,519	73	248	0	156	156	-83	92
2003	8,969	1,546	74	252	0	156	156	-82	96
2004	9,129	1,574	76	257	0	156	156	-80	101
2005	9,292	1,602	77	261	0	156	156	-79	105
2006	9,457	1,630	78	266	0	156	156	-78	110
2007	9,625	1,660	80	271	0	156	156	-76	115
2008	9,797	1,689	81	276	102	156	258	-177	18
2009	9,971	1,719	83	281	0	156	156	-73	125
2010-2027	10,148	1,750	84	286	0	156	156	-72	130

FIRR = 0.0931

Cuadro 9.3.2c Ingresos y Costos Incrementales de Santa María de Jesús

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	11,952	2,134	0	0	2,309	0	2,309	-2,309	-2,309
1999	12,173	2,174	209	209	0	432	432	-223	-223
2000	12,398	2,214	213	213	0	432	432	-219	-219
2001	12,628	2,255	216	216	0	432	432	-216	-216
2002	12,861	2,297	220	220	0	432	432	-212	-212
2003	13,099	2,339	225	225	0	432	432	-207	-207
2004	13,342	2,382	229	229	0	432	432	-203	-203
2005	13,588	2,426	233	233	0	432	432	-199	-199
2006	13,840	2,471	237	237	0	432	432	-195	-195
2007	14,096	2,517	242	242	0	432	432	-190	-190
2008	14,357	2,564	246	246	281	432	713	-467	-467
2009	14,622	2,611	251	251	0	432	432	-181	-181
2010-2027	14,893	2,659	255	255	0	432	432	-177	-177

FIRR = No solution

Cuadro 9.3.2d Ingresos y Costos Incrementales de San Martín Jilotepeque

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	9,853	2,346	0	0	1,091	0	1,091	-1,091	-1,091
1999	10,014	2,384	229	229	0	157	157	72	72
2000	10,177	2,423	233	233	0	157	157	76	76
2001	10,343	2,463	236	236	0	157	157	79	79
2002	10,511	2,503	240	240	0	157	157	83	83
2003	10,683	2,543	244	244	0	157	157	87	87
2004	10,857	2,585	248	248	0	157	157	91	91
2005	11,034	2,627	252	252	0	157	157	95	95
2006	11,214	2,670	256	256	0	157	157	99	99
2007	11,396	2,713	260	260	0	157	157	103	103
2008	11,582	2,758	265	265	110	157	267	-2	-2
2009	11,771	2,803	269	269	0	157	157	112	112
2010-2027	11,963	2,848	273	273	0	157	157	116	116

FIRR = 0.074

Cuadro 9.3.2e Ingresos y Costos Incrementales de San Juan Comalapa

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	15,767	2,816	0	0	7,590	0	7,590	-7,590	-7,590
1999	16,043	2,865	83	138	0	158	158	-75	-20
2000	16,324	2,915	84	140	0	158	158	-74	-18
2001	16,609	2,966	85	142	0	158	158	-73	-16
2002	16,900	3,018	87	145	0	158	158	-71	-13
2003	17,196	3,071	88	147	0	158	158	-70	-11
2004	17,497	3,124	90	150	0	158	158	-68	-8
2005	17,803	3,179	92	153	0	158	158	-66	-5
2006	18,114	3,235	93	155	0	158	158	-65	-3
2007	18,431	3,291	95	158	0	158	158	-63	-0
2008	18,754	3,349	96	161	240	158	398	-302	-237
2009	19,082	3,408	98	164	0	158	158	-60	6
2010-2026	19,416	3,467	100	166	0	158	158	-58	8

FIRR = No solution

Cuadro 9.3.2f Ingresos y Costos Incrementales de Sololá

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	18,205	2,395	0	0	5,552	0	5,552	-5,552	-5,552
1999	19,028	2,504	288	961	0	127	127	161	-834
2000	19,888	2,617	301	1,005	0	127	127	174	878
2001	20,787	2,735	315	1,050	0	127	127	188	923
2002	21,726	2,859	329	1,098	0	127	127	202	971
2003	22,708	2,988	344	1,147	0	127	127	217	1,020
2004	23,735	3,123	360	1,199	0	127	127	233	1,072
2005	24,808	3,264	376	1,253	0	127	127	249	1,126
2006	25,929	3,412	393	1,310	0	127	127	266	1,183
2007	27,101	3,566	411	1,369	0	127	127	284	1,242
2008	28,326	3,727	429	1,431	231	127	358	71	1,073
2009	29,606	3,896	449	1,496	0	127	127	322	1,369
2010-2027	30,944	4,072	469	1,563	0	127	127	342	1,436

FIRR = 0.026 0.1883

Cuadro 9.3.2g Ingresos y Costos Incrementales de Santa Lucía Utatlán

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	2,648	420	0	0	1,524	0	1,524	-1,524	-1,524
1999	2,781	441	42	127	0	96	96	-54	31
2000	2,921	464	45	134	0	96	96	-51	38
2001	3,068	487	47	140	0	96	96	-49	44
2002	3,222	511	49	147	0	96	96	-47	51
2003	3,384	537	52	155	0	96	96	-44	59
2004	3,555	564	54	162	0	96	96	-42	66
2005	3,733	593	57	171	0	96	96	-39	75
2006	3,921	622	60	179	0	96	96	-36	83
2007	4,118	654	63	188	0	96	96	-33	92
2008	4,326	687	66	198	108	96	204	-138	-6
2009	4,543	721	69	208	0	96	96	-27	112
2010-2027	4,772	757	73	218	0	96	96	-23	122

FIRR = 0.0368

Cuadro 9.3.2h Ingresos y Costos Incrementales de Momostenango

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	11,708	2,054	0	0	2,583	0	2,583	-2,583	-2,583
1999	12,063	2,116	122	813	0	188	188	-66	-625
2000	12,428	2,180	126	837	0	188	188	-62	649
2001	12,805	2,246	129	863	0	188	188	-59	675
2002	13,193	2,315	133	889	0	188	188	-55	701
2003	13,593	2,385	137	916	0	188	188	-51	728
2004	14,004	2,457	142	943	0	188	188	-46	755
2005	14,429	2,531	146	972	0	188	188	-42	784
2006	14,866	2,608	150	1,001	0	188	188	-38	813
2007	15,316	2,687	155	1,032	0	188	188	-33	844
2008	15,780	2,769	159	1,063	244	188	432	-273	631
2009	16,259	2,852	164	1,095	0	188	188	-24	907
2010-2027	16,751	2,939	169	1,128	0	188	188	-19	940

FIRR = 0.2743

Cuadro 9.3.2i Ingresos y Costos Incrementales de San Francisco La Unión

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	1,889	282	0	0	1,276	0	1,276	-1,276	-1,276
1999	1,938	289	28	69	0	96	96	-68	-27
2000	1,987	297	28	71	0	96	96	-68	-25
2001	2,038	304	29	73	0	96	96	-67	-23
2002	2,091	312	30	75	0	96	96	-66	-21
2003	2,145	320	31	77	0	96	96	-65	-19
2004	2,200	328	32	79	0	96	96	-64	-17
2005	2,256	337	32	81	0	96	96	-64	-15
2006	2,314	345	33	83	0	96	96	-63	-13
2007	2,374	354	34	85	0	96	96	-62	-11
2008	2,435	363	35	87	105	96	201	-166	-114
2009	2,497	373	36	89	0	96	96	-60	-7
2010-2027	2,562	382	37	92	0	96	96	-59	-4

FIRR = No solution

Cuadro 9.3.2j Ingresos y Costos Incrementales de Génova

Year	Population (Persons)	Hholds. (Number)	Low WTP (1,000Q)	High WTP (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	Low CF (1,000Q)	High CF (1,000Q)
1998	4,469	828	0	0	1,681	0	1,681	-1,681	-1,681
1999	4,654	862	41	41	0	157	157	-116	-116
2000	4,847	898	43	43	0	157	157	-114	-114
2001	5,047	935	45	45	0	157	157	-112	-112
2002	5,256	973	47	47	0	157	157	-110	-110
2003	5,474	1,014	49	49	0	157	157	-108	-108
2004	5,701	1,056	51	51	0	157	157	-106	-106
2005	5,937	1,099	53	53	0	157	157	-104	-104
2006	6,182	1,145	55	55	0	157	157	-102	-102
2007	6,438	1,192	57	57	0	157	157	-100	-100
2008	6,705	1,242	60	60	117	157	274	-214	-214
2009	6,982	1,293	62	62	0	157	157	-95	-95
2010-2027	7,272	1,347	65	65	0	157	157	-92	-92

FIRR = No solution

Cuadro 9.3.3 Ingresos y Costos Incrementales del Proyecto

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFl (1,000)
1998	97,714	16,824	597,996	0	0	0	0	26,365	0	26,365	-26,36
1999	100,536	17,287	614,583	1,536	6,146	1,373	9,055	0	1,835	1,835	7,22
2000	103,453	17,765	631,708	1,579	6,317	1,409	9,305	0	1,835	1,835	7,47
2001	106,468	18,258	649,390	1,623	6,494	1,447	9,564	0	1,835	1,835	7,72
2002	109,585	18,768	667,650	1,669	6,676	1,485	9,831	0	1,835	1,835	7,99
2003	112,809	19,294	686,508	1,716	6,865	1,525	10,107	0	1,835	1,835	8,27
2004	116,142	19,837	705,987	1,765	7,060	1,567	10,391	0	1,835	1,835	8,55
2005	119,590	20,398	726,109	1,815	7,261	1,609	10,685	0	1,835	1,835	8,85
2006	123,157	20,978	746,899	1,867	7,469	1,653	10,989	0	1,835	1,835	9,15
2007	126,846	21,577	768,380	1,921	7,684	1,698	11,303	0	1,835	1,835	9,46
2008	130,664	22,196	790,579	1,976	7,906	1,744	11,627	1,696	1,835	3,531	8,09
2009	134,614	22,836	813,522	2,034	8,135	1,792	11,961	0	1,835	1,835	10,12
2010-2027	138,703	23,497	837,235	2,093	8,372	1,842	12,307	0	1,835	1,835	10,47

EIRR = 0.30450

Cuadro 9.3.3a Beneficios Económicos de San José Pinula

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	13,011	2,133	127,977	0	0	0	0	1,748	0	1,748	-1,748
1999	13,485	2,211	132,635	332	1,326	228	1,886	0	268	268	1,618
2000	13,975	2,291	137,463	344	1,375	236	1,954	0	268	268	1,686
2001	14,484	2,374	142,467	356	1,425	245	2,025	0	268	268	1,757
2002	15,011	2,461	147,653	369	1,477	254	2,099	0	268	268	1,831
2003	15,558	2,550	153,027	383	1,530	263	2,176	0	268	268	1,908
2004	16,124	2,643	158,598	396	1,586	272	2,255	0	268	268	1,987
2005	16,711	2,740	164,371	411	1,644	282	2,337	0	268	268	2,069
2006	17,319	2,839	170,354	426	1,704	293	2,422	0	268	268	2,154
2007	17,950	2,943	176,554	441	1,766	303	2,510	0	268	268	2,242
2008	18,603	3,050	182,981	457	1,830	314	2,601	158	268	426	2,175
2009	19,280	3,161	189,642	474	1,896	326	2,696	0	268	268	2,428
2010-2027	19,982	3,276	196,544	491	1,965	338	2,794	0	268	268	2,526

EIRR = 0.9675

Cuadro 9.3.3b Beneficios Económicos de San Pedro Sacatepéquez

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	8,212	1,416	84,952	0	0	0	0	1,011	0	1,011	-1,011
1999	8,358	1,441	86,464	216	865	73	1,154	0	156	-156	998
2000	8,507	1,467	88,003	220	880	74	1,174	0	156	156	1,018
2001	8,658	1,493	89,569	224	896	75	1,195	0	156	156	1,039
2002	8,812	1,519	91,164	228	912	77	1,216	0	156	156	1,060
2003	8,969	1,546	92,786	232	928	78	1,238	0	156	156	1,082
2004	9,129	1,574	94,438	236	944	80	1,260	0	156	156	1,104
2005	9,292	1,602	96,119	240	961	81	1,282	0	156	156	1,126
2006	9,457	1,630	97,830	245	978	82	1,305	0	156	156	1,149
2007	9,625	1,660	99,571	249	996	84	1,328	0	156	156	1,172
2008	9,797	1,689	101,344	253	1,013	85	1,352	102	156	258	1,094
2009	9,971	1,719	103,148	258	1,031	87	1,376	0	156	156	1,220
2010-2027	10,148	1,750	104,979	262	1,050	88	1,401	0	156	156	1,245

EIRR = 1.0001

Cuadro 9.3.3c Beneficios Económicos de anta María de Jesús

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	11,952	2,134	74,700	0	0	0	0	2,309	0	2,309	-2,309
1999	12,173	2,174	76,082	190	761	394	1,345	0	432	432	913
2000	12,398	2,214	77,489	194	775	402	1,370	0	432	432	938
2001	12,628	2,255	78,923	197	789	409	1,396	0	432	432	964
2002	12,861	2,297	80,383	201	804	417	1,421	0	432	432	989
2003	13,099	2,339	81,870	205	819	424	1,448	0	432	432	1,016
2004	13,342	2,382	83,385	208	834	432	1,475	0	432	432	1,043
2005	13,588	2,426	84,927	212	849	440	1,502	0	432	432	1,070
2006	13,840	2,471	86,499	216	865	448	1,530	0	432	432	1,098
2007	14,096	2,517	88,099	220	881	457	1,558	0	432	432	1,126
2008	14,357	2,564	89,729	224	897	465	1,587	281	432	713	874
2009	14,622	2,611	91,389	228	914	474	1,616	0	432	432	1,184
2010-2027	14,893	2,659	93,081	233	931	483	1,646	0	432	432	1,214

EIRR = 0.4201

Cuadro 9.3.3d Beneficios Económicos de San Martín Jilotepeque

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	9,853	2,346	82,108	0	0	0	0	1,091	0	1,091	-1,091
1999	10,014	2,384	83,447	209	834	65	1,108	0	157	-157	951
2000	10,177	2,423	84,807	212	848	66	1,126	0	157	157	969
2001	10,343	2,463	86,189	215	862	67	1,144	0	157	157	987
2002	10,511	2,503	87,594	219	876	68	1,163	0	157	157	1,006
2003	10,683	2,543	89,022	223	890	69	1,182	0	157	157	1,025
2004	10,857	2,585	90,473	226	905	70	1,201	0	157	157	1,044
2005	11,034	2,627	91,948	230	919	71	1,221	0	157	157	1,064
2006	11,214	2,670	93,446	234	934	73	1,241	0	157	157	1,084
2007	11,396	2,713	94,970	237	950	74	1,261	0	157	157	1,104
2008	11,582	2,758	96,518	241	965	75	1,282	110	157	267	1,015
2009	11,771	2,803	98,091	245	981	76	1,302	0	157	157	1,145
2010-2027	11,963	2,848	99,692	249	997	78	1,324	0	157	157	1,167

EIRR = 0.8904

Cuadro 9.3.3e Beneficios Económicos de San Juan Comalapa

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	15,767	2,816	70,388	0	0	0	0	7,590	0	7,590	-7,590
1999	16,043	2,865	71,620	179	716	192	1,088	0	158	158	930
2000	16,324	2,915	72,874	182	729	196	1,107	0	158	158	949
2001	16,609	2,966	74,149	185	741	199	1,126	0	158	158	968
2002	16,900	3,018	75,446	189	754	203	1,146	0	158	158	988
2003	17,196	3,071	76,767	192	768	206	1,166	0	158	158	1,008
2004	17,497	3,124	78,110	195	781	210	1,186	0	158	158	1,028
2005	17,803	3,179	79,477	199	795	214	1,207	0	158	158	1,049
2006	18,114	3,235	80,868	202	809	217	1,228	0	158	158	1,070
2007	18,431	3,291	82,283	206	823	221	1,250	0	158	158	1,092
2008	18,754	3,349	83,723	209	837	225	1,272	240	158	398	874
2009	19,082	3,408	85,188	213	852	229	1,294	0	158	158	1,136
2010-2027	19,416	3,467	86,679	217	867	233	1,316	0	158	158	1,158

EIRR = 0.1319

Cuadro 9.3.3f Beneficios Económicos de Sololá

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	18,205	2,395	95,816	0	0	0	0	5,552	0	5,552	-5,552
1999	19,028	2,504	100,147	250	1,001	98	1,350	0	127	-127	1,223
2000	19,888	2,617	104,673	262	1,047	102	1,411	0	127	127	1,284
2001	20,787	2,735	109,405	274	1,094	107	1,474	0	127	127	1,347
2002	21,726	2,859	114,350	286	1,143	112	1,541	0	127	127	1,414
2003	22,708	2,988	119,518	299	1,195	117	1,611	0	127	127	1,484
2004	23,735	3,123	124,920	312	1,249	122	1,684	0	127	127	1,557
2005	24,808	3,264	130,567	326	1,306	128	1,760	0	127	127	1,633
2006	25,929	3,412	136,468	341	1,365	133	1,839	0	127	127	1,712
2007	27,101	3,566	142,637	357	1,426	139	1,922	0	127	127	1,795
2008	28,326	3,727	149,084	373	1,491	146	2,009	231	127	358	1,651
2009	29,606	3,896	155,823	390	1,558	152	2,100	0	127	127	1,973
2010-2027	30,944	4,072	162,863	407	1,629	159	2,195	0	127	127	2,068

EIRR = 0.2628

Cuadro 9.3.3g Beneficios Económicos de Santa Lucía
Utatlán

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlc (1,000Q)
1998	2,648	420	6,305	0	0	0	0	1,524	0	1,524	-1,524
1999	2,781	441	6,622	17	66	15	98	0	96	96	0
2000	2,921	464	6,955	17	70	16	103	0	96	96	0
2001	3,068	487	7,305	18	73	17	108	0	96	96	0
2002	3,222	511	7,672	19	77	17	113	0	96	96	0
2003	3,384	537	8,058	20	81	18	119	0	96	96	0
2004	3,555	564	8,463	21	85	19	125	0	96	96	0
2005	3,733	593	8,889	22	89	20	131	0	96	96	0
2006	3,921	622	9,336	23	93	21	138	0	96	96	0
2007	4,118	654	9,806	25	98	22	145	0	96	96	0
2008	4,326	687	10,299	26	103	23	152	108	96	204	-52
2009	4,543	721	10,817	27	108	25	160	0	96	96	64
2010-2027	4,772	757	11,362	28	114	26	168	0	96	96	72

EIRR = No solutio

Cuadro 9.3.3h Beneficios Económicos de Momostenango

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlc (1,000Q)
1998	11,708	2,054	41,081	0	0	0	0	2,583	0	2,583	-2,583
1999	12,063	2,116	42,325	106	423	206	735	0	188	188	547
2000	12,428	2,180	43,608	109	436	212	757	0	188	188	569
2001	12,805	2,246	44,929	112	449	218	780	0	188	188	592
2002	13,193	2,315	46,291	116	463	225	804	0	188	188	616
2003	13,593	2,385	47,693	119	477	232	828	0	188	188	640
2004	14,004	2,457	49,138	123	491	239	853	0	188	188	664
2005	14,429	2,531	50,627	127	506	246	879	0	188	188	691
2006	14,866	2,608	52,161	130	522	254	906	0	188	188	718
2007	15,316	2,687	53,742	134	537	261	933	0	188	188	745
2008	15,780	2,769	55,370	138	554	269	961	244	188	432	521
2009	16,259	2,852	57,048	143	570	277	990	0	188	188	802
2010-2027	16,751	2,939	58,775	147	588	286	1,020	0	188	188	831

EIRR = 0.2436

Cuadro 9.3.3i Beneficios Económicos de San Francisco La Unión

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	1,889	282	2,256	0	0	0	0	1,276	0	1,276	-1,276
1999	1,938	289	2,313	6	23	26	55	0	96	96	-41
2000	1,987	297	2,373	6	24	27	56	0	96	96	-40
2001	2,038	304	2,434	6	24	28	58	0	96	96	-38
2002	2,091	312	2,496	6	25	28	59	0	96	96	-37
2003	2,145	320	2,561	6	26	29	61	0	96	96	-35
2004	2,200	328	2,626	7	26	30	63	0	96	96	-33
2005	2,256	337	2,694	7	27	30	64	0	96	96	-32
2006	2,314	345	2,763	7	28	31	66	0	96	96	-30
2007	2,374	354	2,834	7	28	32	67	0	96	96	-29
2008	2,435	363	2,907	7	29	33	69	105	96	201	-132
2009	2,497	373	2,982	7	30	34	71	0	96	96	-25
2010-2027	2,562	382	3,059	8	31	35	73	0	96	96	-23

EIRR = No solution

Cuadro 9.3.3j Beneficios Económicos de Génova

Year	Population (Persons)	Houses (Number)	House&Land (1,000Q)	Fire Prev (1,000Q)	Land App (1,000Q)	Diarrea (1,000Q)	EconBenef (1,000Q)	Inv&Repl (1,000Q)	O&M (1,000Q)	TotalCost (1,000Q)	CashFlow (1,000Q)
1998	4,469	828	12,414	0	0	0	0	1,681	0	1,681	-1,681
1999	4,654	862	12,928	32	129	75	237	0	157	157	80
2000	4,847	898	13,463	34	135	79	247	0	157	157	90
2001	5,047	935	14,020	35	140	82	257	0	157	157	100
2002	5,256	973	14,601	37	146	85	268	0	157	157	111
2003	5,474	1,014	15,205	38	152	89	279	0	157	157	122
2004	5,701	1,056	15,835	40	158	92	290	0	157	157	133
2005	5,937	1,099	16,490	41	165	96	302	0	157	157	145
2006	6,182	1,145	17,173	43	172	100	315	0	157	157	158
2007	6,438	1,192	17,884	45	179	104	328	0	157	157	171
2008	6,705	1,242	18,624	47	186	109	341	117	157	274	67
2009	6,982	1,293	19,396	48	194	113	356	0	157	157	199
2010-2027	7,272	1,347	20,200	51	202	118	370	0	157	157	213

EIRR = 0.0801

Capítulo 10

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

A continuación se exponen las conclusiones derivadas de los resultados del presente Estudio.

1) Fuentes de agua en el Altiplano Central

En muchos de los municipios debería hacerse un uso efectivo de las aguas de manantiales, ya que su volumen es estable y la calidad es buena.

Al mismo tiempo, se debería tomar en consideración el uso de las aguas subterráneas (mediante pozos profundos y poco profundos) así como de aguas superficiales, con el fin de mejorar el nivel de servicio y responder a la demanda creciente de agua.

En tal caso, sin embargo, las aguas superficiales no deberían ser destinadas para el consumo humano, ya que su calidad se encuentra en progresivo deterioramiento. Por lo tanto, el uso de las aguas superficiales deberá ser planeado únicamente después de tomar las contramedidas relacionadas con las aguas residuales y disposición de desechos, de tal manera que las aguas recuperen suficientemente la calidad necesaria para el consumo humano. Por lo tanto, el desarrollo de las nuevas fuentes de agua deberá enfocarse en las aguas subterráneas.

2) Potencial de desarrollo de aguas subterráneas

El desarrollo de las aguas subterráneas resulta casi imposible en la parte norte del Area de Estudio, donde las rocas de basamento consisten en rocas metamórficas y cretáceas. Sin embargo, en un buen porcentaje del Area de Estudio donde la roca de basamento está cubierta por las rocas volcánicas terciarias y cuaternarias, el desarrollo de las aguas subterráneas es factible. Desde la década de 1960 han sido explotadas las aguas subterráneas del estrato superior de las rocas volcánicas cuaternarias y sus depósitos secundarios, extensamente distribuidos en las cuencas intermontañas, particularmente en las cuencas de los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Quetzaltenango.

Los resultados del estudio hidrogeológico incluyendo las perforaciones exploratorias aclararon que es posible explotar por un tiempo prolongado las aguas subterráneas desde las rocas volcánicas terciarias, que son más compactas y masivas que las rocas cuaternarias. Sin embargo, la perforación de pozos no siempre acierta al acuífero productivo. Por lo tanto, la perforación de la formación de las rocas volcánicas terciarias deberá enfocarse en las zonas agrietadas o fracturadas, buscando en particular las fallas, puesto que ellas generalmente contienen agua en abundancia.

El nivel freático en la mayoría del Altiplano Central es, en general, muy profundo debido a las características topográficas, por lo que el desarrollo de las aguas subterráneas resulta costoso tanto para la construcción de pozos como para el bombeo de las aguas.

Por lo tanto, el desarrollo de las aguas subterráneas, en particular, de las rocas terciarias, requerirá de suficiente presupuesto.

3) Administración actual del servicio de suministro

El gobierno municipal será el organismo responsable para la formulación de los planes de suministro y de instalaciones necesarias, ejecución del proyecto y la operación diaria, incluyendo la recaudación de la tarifa de servicios, bajo el asesoramiento técnico y asistencia financiera de INFOM. La mayoría de los gobiernos municipales, sin embargo, no tiene aún una política bien definida acerca del suministro de agua y cuenta con poca experiencia en planificación y ejecución de programas. Además, los funcionarios municipales no reconocen el suministro de agua como uno de los servicios públicos más importantes.

Las fuentes de agua en muchos de los municipios se encuentran en condiciones desfavorables higiénicamente y esta situación ha permanecido durante mucho tiempo sin mejoramiento. El agua es distribuida a los usuarios sin tratamiento alguno. Estos factores no sólo son resultado de la situación económica del área, sino también de los funcionarios municipales quienes no han atribuido suficiente importancia a los servicios públicos.

Los beneficiarios, normalmente, ponen poca importancia al mejoramiento de sus condiciones de vida y manifiestan poco deseo de participar en la ejecución de programas de mejoramiento. Dado que han venido utilizando gratuitamente las aguas de manantiales, no están familiarizados con el concepto de la tarifa. Las encuestas revelaron que la voluntad de la comunidad local para el pago del servicio es, en general, baja.

Esta situación también podría atribuirse en parte a la falta de

iniciativa de los funcionarios municipales.

4) Estrategia del desarrollo de nuevas fuentes

Fueron categorizados 54 municipios según el potencial de desarrollo de fuentes de agua, así como la capacidad de mantenimiento de instalaciones, y sobre esta categorización se establecieron las estrategias de desarrollo.

Si bien se recomienda seleccionar las fuentes a desarrollarse en el futuro en base a la categorización mencionada, en el caso de que la administración actual de los servicios de abastecimiento se vea considerablemente mejorada, la categoría de algunos municipios deberá ser revisada y modificada consecuentemente.

5) Plan de desarrollo de aguas subterráneas para los 10 municipios seleccionados

El plan de desarrollo de las aguas subterráneas que incluye el diseño de las instalaciones y estimación de costo del proyecto para los 10 municipios prioritarios fue integrado al presente Estudio.

Las instalaciones contempladas fueron diseñadas con los siguientes fundamentos.

- El volumen de desarrollo de las aguas subterráneas fue determinado como la diferencia entre la demanda proyectada para el año 2010 y la capacidad de las fuentes existentes, excluyendo las fuentes que pueden agotarse en un futuro próximo.

- Las instalaciones a ser construidas son: (1) nuevos pozos profundos con bombas; (2) tuberías de transmisión, y; (3) tanques de distribución complementarios. Estos últimos serán construidos en los municipios donde los tanques actuales no tienen suficiente capacidad para suministrar el agua por 8 horas. Los nuevos pozos serán perforados únicamente en los 4 municipios donde la capacidad productiva de los pozos de prueba no ha resultado suficiente para satisfacer la demanda proyectada para el año 2010, y donde no pudieron ser perforados los pozos de prueba.

El diseño de las instalaciones incluye la reposición de 7,770 m. de las líneas de distribución en San Juan Comalapa.

El costo de construcción de las instalaciones mencionadas, excluyendo los 9 pozos exploratorios ya construidos, se estima en un total de US\$ 4.8 millones, con un costo promedio anual de operación y mantenimiento de unos US\$ 320,000.

6) Evaluación del Proyecto

Asumiendo una duración de 30 años, el proyecto resulta apenas factible, puesto que la tasa interna de retorno financiero, calculado considerando la mejor situación posible, fue únicamente de 6.56%.

Por lo tanto, es necesario ejecutar el proyecto siguiendo un plan financiero cuidadosamente formulado.

La tasa interna de retorno económico del Proyecto, sin embargo, fue calculado en 30.45%, lo que indica que el proyecto traerá consigo impactos socioeconómicos muy positivos.

10.2 Recomendaciones

1) Recomendaciones sobre Política Tarifaria

Las aguas subterráneas en el Altiplano Central serán desarrolladas como las fuentes principales de aguas para responder a la demanda creciente de agua en el futuro.

La construcción y la operación de las instalaciones de suministro, sin embargo, requerirán de un mayor costo que en el caso de utilizar las aguas de los manantiales. Dado que los municipios no están en capacidad de mantener estas instalaciones a través del sistema actual de recaudación de tarifa de servicio de agua, se recomienda adoptar las siguientes medidas.

- (1) Hacer obligatorio para todos los beneficiarios el pago de la tarifa por servicio de agua, ya sea por conexiones domiciliarias o por chorros públicos.
- (2) Establecer diferentes escalas de tarifa para conexiones domiciliarias y chorros públicos. Las viviendas sin conexiones pagarán los mismos cargos impuestos a los usuarios de chorros públicos.
- (3) Preparar "Libros de Registros de Tarifa" para viviendas con y sin conexiones, para agilizar el trabajo de recaudación de la tarifa.
- (4) Estimar tarifas tipos que sirvan de referencia a nivel nacional. Esto podría facilitar el establecimiento de tarifas municipales en base a una variación porcentual en función de la población y tipo de instalaciones.

- (5) Instalar medidores de agua a todas las viviendas con conexión, con lo que el sistema tarifario fijo será modificado al sistema variable en el que el monto a pagar varía de acuerdo al volumen consumido.

2) Fortalecimiento del Programa de Asistencia de INFOM

Dado que muchos gobiernos municipales no están en condiciones de planificar y ejecutar programas, mantener las condiciones higiénicas, mantener y operar las instalaciones de suministro, y de dirigir diferentes tipos de actividades comunitarias, se recomienda a INFOM tomar las siguientes medidas a fin de fortalecer la capacidad técnica, administrativa y financiera de los gobiernos municipales.

- (1) Organizar seminarios periódicos para el personal de gerencia, y cursos de capacitación para el personal involucrado en operación, mantenimiento y administración del servicio de abastecimiento de agua
- (2) Intensificar las actividades de los funcionarios de las oficinas regionales de INFOM

3) Recomendaciones para la ejecución del Proyecto

La evaluación del proyecto de desarrollo de las aguas subterráneas para los 10 municipios prioritarios arrojó una tasa interna de retorno económico de 30.45%, lo que indica que el proyecto tendrá grandes impactos positivos sobre las comunidades del Area de Estudio.

Dada la alta necesidad de mejorar la calidad de agua potable de los 10 municipios, la ejecución del proyecto reviste una particular urgencia.

Sin embargo, si el proyecto fuera dividido en 10 subproyectos, y evaluado separadamente, algunos municipios no podrán sufragar ni siquiera los costos de operación y mantenimiento. Con el fin de solucionar tal situación, se recomienda utilizar en el corto plazo los subsidios del Gobierno Central. Pero a largo plazo, se recomienda una campaña de educación y concientización de los residentes, de tal manera a mejorar la voluntad de pagar de los usuarios de agua.

